Научная статья
УДК 677.074/076
EDN LVMSQI
https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-50-58
Владислав Андреевич Зяблов[1]
Татьяна Олеговна Гойс[2]
Марина Александровна Сташева[3]
Ирина Анатольевна Ломакина[4]
Алексей Юрьевич Матрохин[5]
[1,2,3,4,5] Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия
[1] z.vladislav-r@outlook.com; https://orcid.org/0009-0000-7052-0667
[2] goys86@mail.ru; https://orcid.org/0009-0008-8041-9720
[3] marinastasheva@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-5725-6643
[4] lia0601@inbox.ru; https://orcid.org/0009-0000-8024-9698
[5] matrokhin.ivgpu@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-2373-3904

ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПОДБОРА ПАКЕТА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. *Создание качественных швейных изделий для индивидуальной защиты, соответствующих требованиям стандартов и потребителей, состоит из нескольких взаимосвязанных этапов, основным из которых является процесс подбора необходимых текстильных материалов для изготавливаемых швейных изделий. Объектом исследования являлось швейное изделие (куртка), имеющее защитную функцию от низкой температуры. В работе определены требования действующих нормативных документов, необходимые для объективного формирования алгоритмов операций подбора (конфекционирования) текстильных материалов для данного швейного изделия. Предложен вариант базы данных текстильных материалов с соответствующими определяющими их свойствами, необходимыми для изготовления швейного изделия, с выделением соответствующих ключей. С использованием методологии функционального моделирования на основе требований нормативного документа Р 50.1.028–2001 построены блок-схемы алгоритма операций подбора текстильных материалов с выделением определяющих свойств и прогнозирования качества сформированного пакета. При решении задачи автоматизации процесса оптимального подбора текстильных материалов для производства защитной одежды различного назначения с использованием инструментов искусственного интеллекта определен класс рассматриваемой проблемы, которая относится к построению экспертной системы, для чего выделены и определены назначение отдельных ее элементов.*
Ключевые слова: *швейные изделия специального назначения, нормативное обеспечение, алгоритм подбора материалов, показатели качества материалов, оценка качества пакета материалов, моделирование, экспертные системы*

Для цитирования: Формирование алгоритма подбора пакета текстильных материалов для швейных изделий индивидуальной защиты / В. А. Зяблов, Т. О. Гойс, М. А. Сташева, И. А. Ломакина, А. Ю. Матрохин // Технологии и качество. 2026. № 3(73). С. 50–58. https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-50-58.

Original article
Vladislav A. Zyablov[1]
Tatiana O. Gois[2]
Marina A. Stasheva[3]
Irina A. Lomakina[4]
Alexey Y. Matrokhin[5]
[1,2,3,4,5] Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

FORMATION OF AN ALGORITHM FOR SELECTING A PACKAGE OF TEXTILE MATERIALS FOR PERSONAL PROTECTIVE CLOTHING

© Зяблов В. А., Гойс Т. О., Сташева М. А., Ломакина И. А., Матрохин А. Ю., 2026

Abstract. *The creation of high-quality sewing products for personal protection that meet the requirements of standards and consumers consists of several interconnected stages, the main of which is the process of selecting the necessary textile materials for the manufactured sewing products. The object of the study was a sewing product (jacket) that has a protective function against low temperatures. The work defines the requirements of current regulatory documents that are necessary for the objective formation of algorithms for the selection (configuration) of textile materials for this sewing product. A variant of the database of textile materials with the corresponding defining their properties, necessary for the manufacture of a garment, with the allocation of the corresponding keys, is proposed. Using the functional modeling methodology, based on the requirements of the regulatory document R 50.1.028–2001, the block diagrams of the algorithm for selecting textile materials were constructed, highlighting the defining properties and predicting the quality of the formed package. When solving the problem of automating the process of optimal selection of textile materials for the production of protective clothing for various purposes using artificial intelligence tools, the class of the problem under consideration was determined, which relates to the construction of an expert system. To achieve this, the purpose of each element was identified and defined.*

Keywords: *special-purpose sewing products, regulatory support, material selection algorithm, material quality indicators, and material package quality assessment, modeling, expert systems*

For citation: Zyablov V. A., Gois T. O., Stasheva M. A., Lomakina I. A., Matrokhin A. Yu. Formation of an algorithm for selecting a package of textile materials for personal protective clothing. Technologies & Quality. 2026. No 3(73). P. 50–58. (In Russ.) https://doi.org/ 10.34216/2587-6147-2026-3-73-50-58.

Основными требованиями к одежде, предназначенной для индивидуальной защиты, является выполнение ею своего функционального назначения. Такая одежда, как правило, изготавливается из пакетов различных текстильных материалов [1].

При решении задачи подбора необходимых текстильных материалов с соответствующими потребительскими свойствами для изготовления одежды специального назначения используются методические рекомендации [2] или практические решения на основании имеющегося на швейном предприятии опыта и квалификации его сотрудников.

Недостатками этих методов подбора текстильных материалов являются субъективность решений, принимаемых исполнителями на основе имеющихся рекомендаций и их производственного опыта в области конфекционирования, отсутствие системного подхода к определению показателей качества исходных текстильных материалов и формируемого из них пакета. Все это не позволяет использовать в полной мере на этапе подбора материалов для изготовления одежды функционирующей на швейном предприятии системы автоматизированного проектирования (САПР) и ускорить процесс создания одежды специального назначения на предварительных этапах ее жизненного цикла [3, 4].

Целью исследования является формирование алгоритма подбора пакета текстильных материалов для одежды индивидуальной защиты с возможностью дальнейшей автоматизации данного процесса на основе использования нейронных сетей искусственного интеллекта.

В качестве объекта исследования выбрана одежда индивидуальной защиты для работы при низких температурах, а именно куртка зимняя с характеристиками, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Данные по объекту исследования

Наименование	Артикул	Внешний вид	Защитная функция	Класс защиты (климатический пояс)	Производитель, сайт
Куртка зимняя удлиненная «АЛЯСКА» Цвет черный	КУР571.3.1		От пониженной температуры	1, 2 (I, II, III)	ООО «Стоик-Спецодежда», г. Иваново https://www.stoitex.ru

На первом этапе осуществляли выделение и анализ существующих общих нормативных требований к одежде индивидуальной защиты, указанных в техническом регламенте и соответствующих техническим требованиям на исследуемый вид одежды (табл. 2).

Таблица 2

Нормативные требования к одежде индивидуальной защиты

Номер и наименование стандарта	Требования
ТР ТС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты (СИЗ)	– СИЗ не должны выделять вещества в количестве, вредном для здоровья человека; – СИЗ и их комплектующие изделия, компоненты (материалы) должны соответствовать санитарно-химическим, органолептическим и токсиколого-гигиеническим показателям; – СИЗ должны обладать минимальной массой без снижения требований к прочности конструкции и эффективности защитных свойств при использовании
ГОСТ 12.4.303–2016 Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования	**Требования к теплозащитным свойствам:** – нормативные значения суммарного теплового сопротивления пакета материалов зависят от класса защиты и должны быть не менее 0,50 °С·м^2/Вт; – значения суммарного теплового сопротивления пакета материалов установлены при воздухопроницаемости материала верха не более 40 дм^3/(м^2·с). **Эргономические требования:** – функциональное расположение деталей и узлов; – возможность регулирования теплообмена с окружающей средой при изменении метеорологических условий или уровня физической активности; – возможность регулирования локального прилегания изделия (деталей**,** узлов) к поверхности тела; – соразмерность изделий спецодежды и ее частей. **Требования к материалам и показателям физико-механических свойств:** – верха, теплозащитной прокладки, подкладочным материалам. **Конструктивно-технологические требования:** – конструкцию спецодежды разрабатывают на основе базовых конструкций с учетом условий эксплуатации; – конструкция спецодежды может включать все или отдельные из перечисленных в стандарте изделий, узлов и деталей

Общий анализ требований к одежде индивидуальной защиты, приведенных в таблице 2, показывает на необходимость, во-первых, соблюдать при выборе исходных материалов показатели безопасности в соответствии с требованиями ТР ТС 019/2011, а, во-вторых, по выбранному объекту исследования придерживаться теплозащитных, эргономическим и конструкторско-технологических требований ГОСТ 12.4.303–2016.

Определим процесс подбора материалов для одежды специального назначения как совокупность последовательных операций (этапов) с учетом требований нормативных документов по безопасности, тепловым и эргономическим свойствам, представленных в таблице 2. В качестве метода исследования использована методология функционального моделирования с учетом положений Р 50.1.028–2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования» в программном обеспечении Microsoft Visio.

На рисунке 1 приведена блок-схема последовательности выделенных операций (этапов) формирования и оценки качества пакета текстильных материалов выбранного объекта исследования, которая вытекает из контекстной диаграммы (не приводится, так как определена целью исследования).

В качестве отдельных операций выделены:
– уточнение технических условий с учетом требований нормативных документов, приведенных в таблице 2;
– формирование базы данных исходных материалов (основного, утепляющего, подкладочного) для формирования пакета;
– составление требуемого состава пакета материалов;
– прогнозирование теплозащитных свойств пакета с учетом определяющих свойств исходных материалов;
– оценивание качества сформированного пакета материалов.

Необходимые данные для построения базы данных исходных текстильных материалов (основного, утепляющего, подкладочного) для формирования пакета с учетом ранее предложенных методических рекомендаций [5] представлены в таблице 3. В качестве ключа использовался артикул полотна.

Блок-схема алгоритма формирования пакета текстильных материалов представлена на рисунке 2, где дополнительно предусмотрена возможность сравнения исходных данных материалов с их техническими требованиями для формируемой специальной одежды и оперативной корректировки по использованию других материалов путем введения обратной связи.

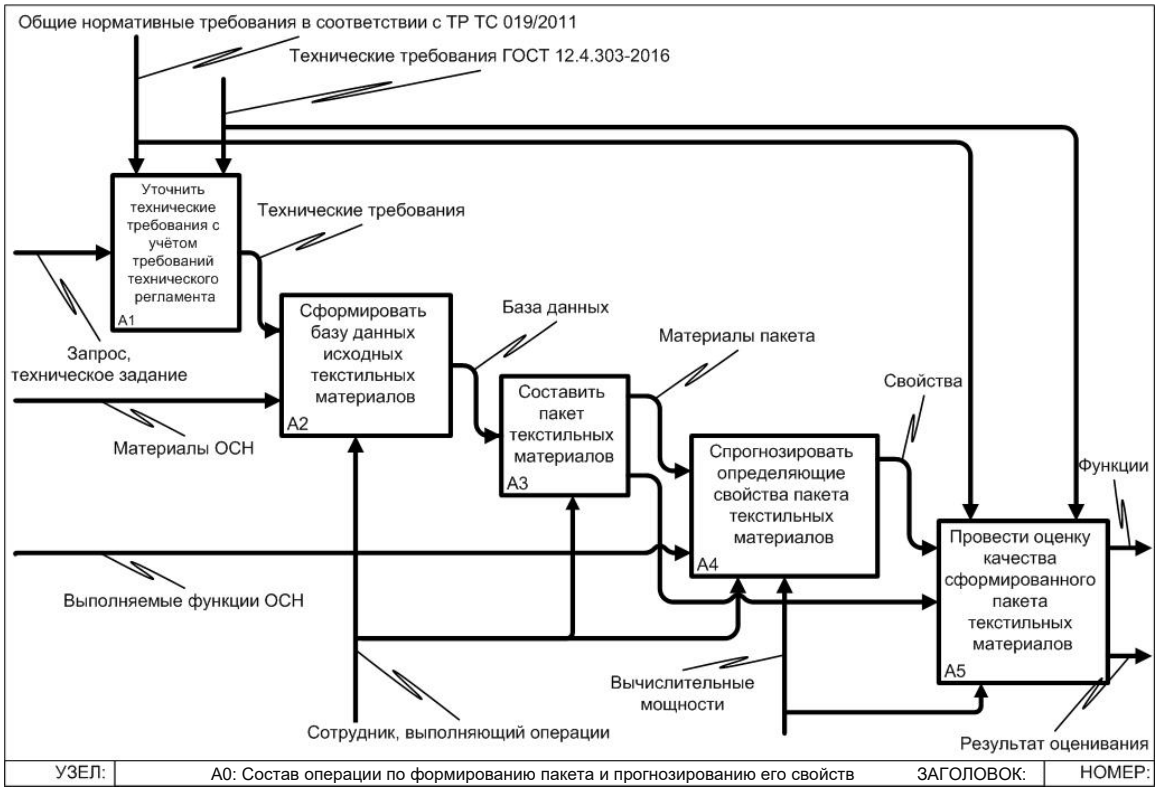


Рис. 1. Блок-схема алгоритма состава операций формирования пакета текстильных материалов

Таблица 3

Показатели качества текстильных материалов пакета

Наименование материала	Артикул (ключ)	Определяющие показатели качества	Значение	
			фактическое	нормативное
Основной материал				
Ткань курточная с мембраной (3000/3000) (полиэфир 100 %)	25522.058	Поверхностная плотность, г/м^2	150	150
		Тепловое сопротивление, м^2·°С/Вт	0,52	0,60
		Воздухопроницаемость, дм^3/(м^2·с), не более	15	40
		Паропроницаемость, мг/(см^2·ч), не менее	4,5	4,0
Теплозащитная прокладка (утепляющая прокладка)				
Полиэстер (полиэфир 100 %)	0181	Поверхностная плотность, г/м^2	300	300
		Тепловое сопротивление, м^2·°С/Вт	0,45	0,70
		Воздухопроницаемость, дм^3/(м^2·с)	30	35
		Паропроницаемость, мг/(см^2·ч)	5,8	4,0
Подкладочный материал				
Подкладочная ткань (полиэфир 100 %)	26781.001	Поверхностная плотность, г/м^2	75	75
		Тепловое сопротивление, м^2·°С/Вт	0,12	0,20
		Воздухопроницаемость, дм^3/(м^2·с), не менее	265	100
		Паропроницаемость, мг/(см^2·ч)	5,3	4,0

На рисунке 3 показана блок-схема алгоритма прогнозирования определяющих свойств (тепловое сопротивление, воздухопроницаемость, паропроницаемость) сформированного пакета текстильных материалов. В качестве решающих блоков использованы сумматоры (например, можно применить параллельный сумматор с последовательным переносом [6]).

Для последующей автоматизации отдельных операций, помимо представленных блок-схем алгоритма формирования пакета материалов для специальной одежды, необходимо дополнительно решить ряд локальных задач, приведенных в таблице 4.

Покажем пути решения задач, выделенных в таблице 4.

При установлении функциональной взаимосвязи определяющих показателей качества (теплового сопротивления, воздухопроницаемости, паропроницаемости) исходных текстиль-

ных материалов с их поверхностной плотностью воспользовались данными (табл. 5) и методикой работы [7] применительно к подкладочным полиэфирным тканям по десяти вариантам поверхностной плотности для основополагающих показателей качества, приведенных в таблице 5. Экспериментальные данные сформированы на основании проводимых исследований по отдельным свойствам для данного ассортимента тканей [8–13].

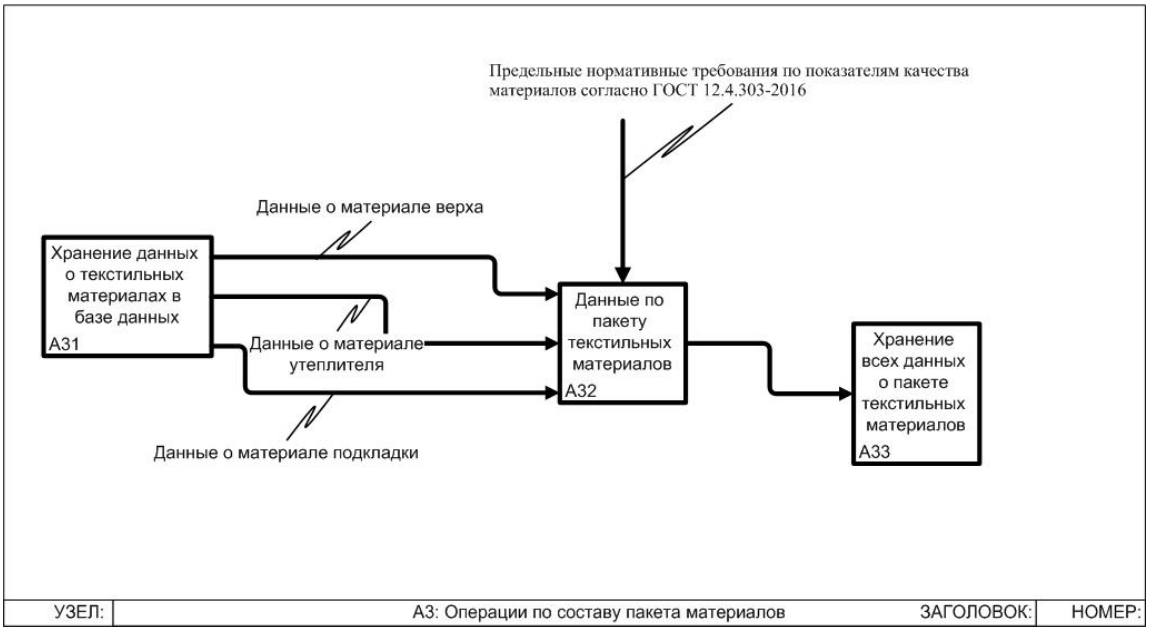


Рис. 2. Блок-схема алгоритма формирования пакета текстильных материалов

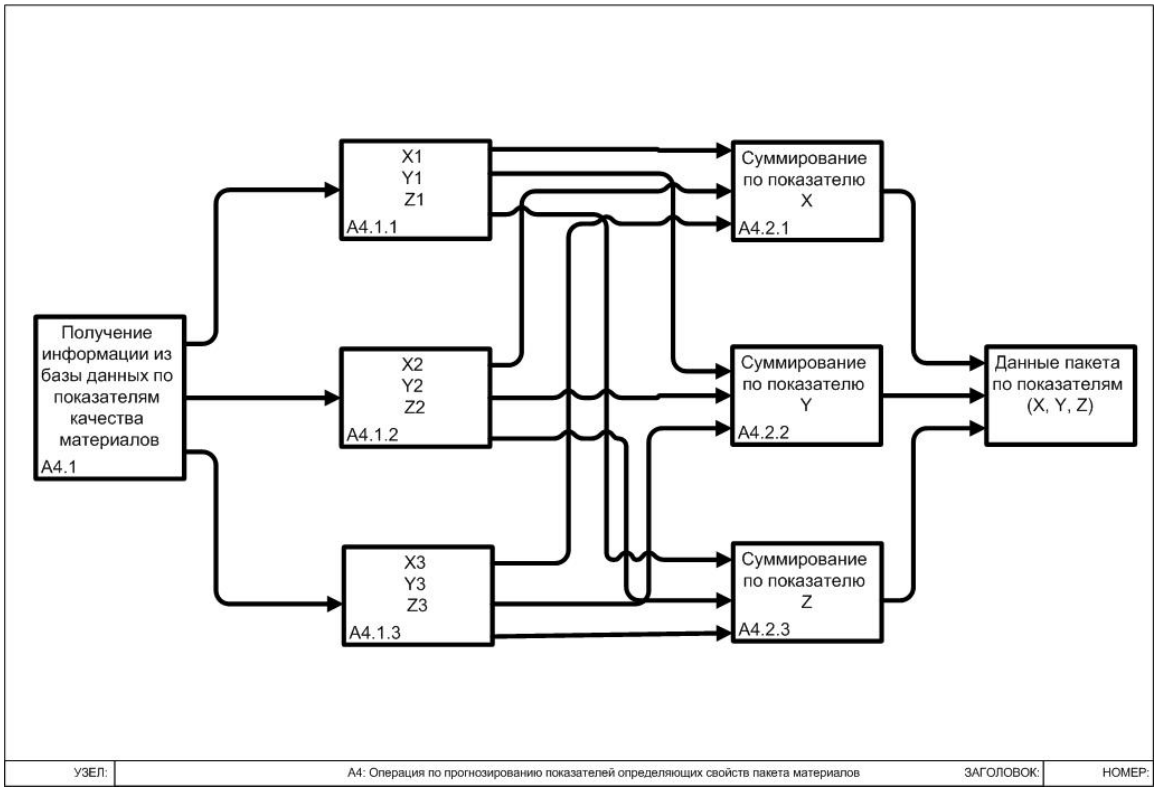


Рис. 3. Блок-схема алгоритма для прогнозирования значений определяющих свойств пакета текстильных материалов

Таблица 4

Методическое обеспечение операций алгоритма

Наименование задачи	Направление решения
1. Формирование базы данных	1.1. Швейных изделий специального назначения по выполняемым функциям защиты (по форме табл. 2). 1.2. Ассортимента текстильных полотен по выделенным классам (тканых, нетканых, трикотажных). 1.3. Показателей качества текстильных полотен (по форме табл. 3)
2. Установление функциональной взаимосвязи определяющих показателей качества исходных материалов с их поверхностной плотностью	В технических требованиях на исследуемое швейное изделие основными показателями качества исходных текстильных материалов являются показатели назначения, а именно волокнистый состав и поверхностная плотность, по которым всегда указываются их фактические значения. В то же время по другим определяющим показателям качества (по данному объекту исследования: тепловому сопротивлению, воздухопроницаемости и паропроницаемости) фактические значения не указываются, а приводятся только предельные нормативные значения. По этой причине для достижения конечной цели исследования в направлении автоматизации выделенных операций (этапов) необходимо иметь вышеуказанные функциональные зависимости
3. Формирование методики оценки качества пакета материалов	3.1. С использованием инструментального метода. 3.2. С применением расчетного метода. 3.3. С реализацией методов квалиметрии.
4. Выбор инструментов для автоматизации процесса подбора исходных материалов для создания пакета с требуемыми свойствами	4.1. Применение элементов системотехники и соответствующего программируемого логического контроллера. 4.2. Использование инструментов искусственного интеллекта

Таблица 5

Исходные данные по показателям качества подкладочного материала

Исследуемый образец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхностная плотность $П_s$, г/м^2	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Тепловое сопротивление X, м^2·°С/Вт	0,10	0,11	0,13	0,13	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20
Воздухопроницаемость Y, дм^3/(м^2·с)	300	281	228	201	165	139	136	118	62	40
Паропроницаемость Z, мг/(см^2·ч)	6,0	5,4	5,2	4,8	4,0	3,6	3,4	3,1	2,5	2,0

В результате получили уравнения регрессии в виде:

$$X = 0{,}035 + 0{,}001П_s, \text{ при } R^2 = 0{,}986;$$

$$Y = 462{,}527 - 2{,}815\ П_s, \text{ при } R^2 = 0{,}977;$$

$$Z = 8{,}544 - 0{,}043П_s, \text{ при } R^2 = 0{,}989.$$

При построении методики оценки качества материалов *КМ* сформированного пакета воспользовались рекомендациями [14] для вычисления комплексного показателя в виде

$$КМ = \frac{X_ф}{X_н}a_x + \left(1 - \frac{Y_ф}{Y_н}\right)a_y + \frac{Z_ф}{Z_н}a_z$$

при $(КМ)_{max} = 1$,

где $X_ф$, $Y_ф$, $Z_ф$ – фактические значения X, Y, Z;

$X_н$, $Y_н$, $Z_н$ – нормативные значения X, Y, Z;

a_x, a_y, a_z – коэффициенты весомости показателей качества.

При $X_ф \geq X_н$ принимаем $X_ф / X_н = 1$, аналогично при $Z_ф \geq Z_н$ имеем $Z_ф/Z_н = 1$, при $Y_ф \geq Y_н$ записываем $(1 - Y_ф/Y_н) = 1$. При формировании последнего аналитического выражения по определению числовой оценки по показателю воздухопроницаемости учитывали его специфику ввиду негативной направленности, т. е. улучшение качества по данному показателю связано отношением $Y_ф/Y_н \to 0$. Поэтому для обеспечения позитивной направленности искомого показателя качества воспользовались свойством обратной величины [12], а именно в формате $(1 - Y_ф/Y_н) \to 1$.

Оценка качества сформированного пакета материалов может осуществляться либо по суммарной оценке качества исходных материалов *КМ* в пакете (приведены в табл. 3), либо непосредственно при наличии фактических и нормативных данных по показателям качества сформированного пакета. Для исследуемого изделия нормативные значения указаны только по тепловому сопротивлению и отдельно по воздухопроницаемости подкладочного материала.

При данных, приведенных в таблице 3, и равнозначных коэффициентах весомости (0,33) имеем $КН = 0{,}817$, что является оценкой сформированного пакета материалов.

Для последующего решения рассматриваемой в статье проблемы в рамках автоматизации с использованием инструментов искусственного интеллекта (ИИ) с построением и обучением нейронных сетей необходимо прежде всего определить, к какому классу можно отнести рассматриваемую задачу. С учетом [15] можно отнести ее к классу построения экспертных систем, где необходимо прежде всего опре-

делить соответствующий объем представляющих знаний о решаемой проблеме, включающих непосредственно базы знаний и данных. Например, динамический режим работы системы [15] предполагает использование рабочей памяти, блока логического вывода, базы данных, базы знаний, блока рекомендаций и комментариев, интерфейса пользователя, информационного приложения, работающего в автоматическом или интерактивном режиме. Для реализации экспертных систем используются как традиционные языки программирования, языки обработки списков, логического программирования, процедурные языки, так и программные оболочки (среды) для создания экспертных систем.

ВЫВОДЫ

1. Определены требования действующих нормативных документов, необходимые для формирования алгоритмов операций подбора текстильных материалов выбранного объекта исследования.

2. Предложены формы базы данных по ассортименту многофункциональной одежды специального назначения и текстильным материалам, необходимых для их изготовления, с выделением соответствующих ключей и показателей качества.

3. С использованием методологии функционального моделирования построены алгоритмы операций подбора текстильных материалов, выделения их определяющих свойств, а также прогнозирования качества сформированного пакета материалов.

4. Для автоматизации решаемой проблемы с использованием инструментов искусственного интеллекта предложено отнести ее к классу построения экспертных систем, которые реализуются традиционными и новыми языками программирования, а также имеют соответствующие программные оболочки (среды).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ ассортимента специальной одежды и основных материалов, применяемых при ее изготовлении / С. Ш. Ташпулатов, Х. А. Махмудов, Г. Т. Максытова, А. А. Кушбакова, Ч. А. Алмазбекова // Universum: технические науки : электронный научный журнал. 2023. № 3(108). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15129 (дата обращения: 13.02.2026).
2. Стельмашенко В. И., Розаренова Т. А. Материалы для одежды и конфекционирование. М. : Академия, 2010. 320 с.
3. Чижик М. А., Долгова Е. Ю. Методика автоматизированного проектирования пакетов пуховой одежды заданной объемно-пространственной формы // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2(398). С. 191–198.
4. Автоматизация процесса конфекционирования материалов при проектировании одежды / Л. А. Королева, А. В. Подшивалова, И. П. Стрельцов, И. А. Шеромова // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2011. № 2(11). С. 106–110.
5. Формирование базы данных для процесса проектирования требуемого уровня качества текстильных изделий технического назначения / В. А. Зяблов, Н. А. Онипченко, Н. А. Грузинцева, С. В. Алеева, М. А. Лысова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2025. № 1(415). С. 123–129.
6. Клюкин В. И., Николаенков Ю. К., Бормонтов Е. Н. Основы цифровой схемотехники : учеб. пособие. Воронеж : ВГУ, 2016. 53 с.
7. Определение базовых значений показателей качества конкурентоспособной геотекстильной продукции / Е. И. Пухова, М. А. Лысова, Н. А. Грузинцева, Б. Н. Гусев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 3. С. 287–290.
8. Шарпар Н. М., Жмакин Л. И., Маркова К. А. Экспериментальное исследование теплопроводности текстильных материалов, входящих в состав одежды силовых структур и специальных ведомств // Костюмология. 2020. Т. 5, № 4. URL: https://kostumologiya.ru/PDF/21TLKL420.pdf (дата обращения: 30.03.2026).
9. Хамраева С. А., Шумкорова Ш. П., Бекмуратова З. Т. Исследование воздухопроницаемости плащевых тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. № 3(413). С. 97–102.
10. Зимина М. В., Чагина Л. Л., Иванов В. В. Оценка паропроницаемости систем материалов для адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями // Технологии и качество. 2022. № 2(56). С. 16–23.

11. Определение свойств композитного слоистого текстильного изделия / М. А. Сташева, Т. О. Гойс, Т. Н. Новосад, В. А. Зяблов, С. Е. Шипова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. № 4(412). С. 117–122.
12. Нехорошкина М. С., Рудовский П. Н. Методика определения доли энергии удара, поглощенной тканью или пакетом ткани // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. № 1(355). С. 53–56.
13. Рудовский П. Н., Нехорошкина М. С. Оценка способности тканей защищать от ударов : монография. Saarbrücken-Deutschland : LAP LAMBERT, 2015. 100 с. ISBN 978-3-659-76597-1.
14. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий : монография / М. А. Лысова, И. А. Ломакина, С. В. Лунькова, Б. Н. Гусев. Иваново : ИГТА, 2012. 252 с.
15. Кревецкий А. В., Ипатов Ю. А., Роженцова Н. И. Основы технологий искусственного интеллекта : учеб. пособие. Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. 326 с.

REFERENCES

1. Tashpulatov S. Sh., Makhmudov Kh. A., Maksitova G. T., Kushbakova A. A., Almazbekova Ch. A. Analysis of the range of special clothing and the basic materials used in its manufacture. *UNIVERSUM: tekhnicheskie nauki* [UNIVERSUM: technical science]. 2023; 3(108):5–12 (accessed 30.03.2026). (In Russ.)
2. Stel'mashenko V. I., Rozarenova T. A. Clothing materials and confectionery. Moscow, Academya Publ., 2010. 320 p. (In Russ.)
3. Chizhik M. A., Dolgova E.Yu. Comprehensive methodology of automated design of down clothing packets of a given volume and shape. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2022;2(398):191–198. (In Russ.)
4. Koroleva L. A., Podshivalova A. V., Streltsov I. P., Sheromova I. A. Automation of process of selection of materials at clothes designing. *Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [A Territory of New Opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service]. 2011;2(11): 06–110. (In Russ.)
5. Zyablov V. A., Onipchenko N. A., Gruzintseva N. A., Aleeva S. V., Lysova M. A. Formation of a database for the design process of technical textiles of the required quality level. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2025;1(415):123–129. (In Russ.)
6. Klyukin V. I., Nikolaenkov Yu. K., Bormontov E. N. Fundamentals of Digital Circuit Design. Voronezh, Voronezh St. Univ. Publ., 2016. 53 p. (In Russ.)
7. Pukhova E. I., Lysova M. A., Gruzintseva N. A., Gusev B. N. Determination of the quality indicators' main values of competitive geotextile products. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2022;3: 287–290. (In Russ.)
8. Sharpar N. M., Zhmakin L. I., Markova K. A. Experimental study of thermal conductivity of textile materials included in the clothes of power structures and special agencies. *Kostyumologiya* [Costume science]. 2020;5,4:21TLKL420. URL: https://kostumologiya.ru/PDF/21TLKL420.pdf (accessed 30.03.2026). (In Russ.)
9. Khamrayeva S. A., Shumkorova Sh. P., Bekmuratova Z. T., Torebaev B. P., Beksultanova A. K. Study of air permeability of raincoat fabrics. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2024;3(413):97–102. (In Russ.)
10. Zimina M. V., Chagina L. L., Ivanov V. V. Evaluation of steam permeability of materials systems for adaptive clothing of people with limited motor capabilities. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology and Quality]. 2022;2(56):16–23. (In Russ.)
11. Stasheva M. A., Gojs T. O., Novosad T. N., Zyablov V. A., Shipova S. E. Defining properties of composite layered textile product. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2024;4(412):117–122. (In Russ.)

12. Nekhoroshkina M. S., Rudovskij P. N. Method of definition for part of collision energy which is absorbed by fabric or fabric-package. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2015;1(355):53–56. (In Russ.)
13. Rudovskij P. N., Nekhoroshkina M. S. Evaluation of the ability of fabrics to protect against impacts. Saarbrücken-Deutschland, LAP LAMBERT Publ., 2015. 100 p. ISBN 978-3-659-76597-1. (In Russ.)
14. Lysova M. A., Lomakina I. A., Lun'kova S. V., Gusev B. N. Mathematical methods in design and quality assessment of textile materials and products. Ivanovo, Ivanovo St. Text. Academy Publ., 2012. 252 p. (In Russ.)
15. Kreveckij A. V., Ipatov Yu. A., Rozhencova N. I. Fundamentals of Artificial Intelligence Technologies. Yoshkar-Ola, Volga Region St. Technol. Univ. Publ. 2023. 326 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 09.04.2026
Принята к публикации 02.07.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ
В. А. Зяблов, ассистент
Т. О. Гойс, кандидат технических наук, доцент
М. А. Сташева, кандидат технических наук, доцент
И. А. Ломакина, кандидат технических наук, доцент
А. Ю. Матрохин, доктор технических наук, профессор