

УДК 687.03

**ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СХЕМ ИСИКАВЫ***

**THE SELECTION OF DETERMINING INDICATORS OF QUALITY
OF THERMAL INSULATION NONWOVEN MATERIALS
WITH USE OF FISHBONE (ISHIKAWA) DIAGRAM**

Е.В. МЕЗЕНЦЕВА, В.Ю. МИШАКОВ

E.V. MEZENTSEVA, V.YU. MISHAKOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian state University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art.))

E-mail: yelena_ev@mail.ru

Выявлены определяющие показатели качества теплоизоляционных нетканых материалов методом причинно-следственных схем Исикавы. Определены главные недостатки и преимущества использования причинно-следственных схем, а также обоснован выбор определяющих показателей качества.

The article deals with the construction of fishbone (Ishikawa) diagram for the subject of the study "quality of nonwoven thermal insulation materials" as a result of three rounds of discussions by the expert group. The determining indicators of the quality of nonwoven thermal insulation materials are revealed. The main disadvantages and advantages of using Cause-and-Effect-Diagram are determined. The choice of determining quality indicators is substantiated.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, определяющие показатели качества, схема Исикавы, причинно-следственные схемы, нетканые материалы, утеплители.

Keywords: thermal insulation materials, determining quality indicators, cause-and-effect-diagram, fishbone (Ishikawa) diagram.

Целью данной работы является выявление определяющих показателей качества тепло-

изоляционных материалов с использованием причинно-следственных схем Исикавы.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90010.

Объект исследования – свойства теплоизоляционных материалов.

Предмет исследования – качество объемных теплоизоляционных материалов.

Определяющими являются те показатели, по которым оценивается качество материалов.

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [1, с.4].

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления [1, с.4].

В настоящей работе с практической точки зрения применен метод причинно-следственных схем (схема Исикавы) для выбора определяющих показателей качества теплоизоляционных нетканых материалов.

Свойства основных видов текстильных материалов подразделяются на следующие группы [2, с.15]: свойства строения и структуры, геометрические свойства, механические свойства, физические свойства, химические свойства.

Оценка качества текстильных материалов включает в себя следующие последовательно выполняемые этапы: выбор номенклатуры определяющих показателей, по которым следует оценивать качество; определение числовых значений выбранных показателей качества; выбор и установление базовых значений определяющих показателей; сравнение фактических значений определяющих показателей с базовыми [2, с.246].

К основным инструментам контроля качества относятся следующие статистические методы:

- контрольный листок;
- гистограмма;
- диаграмма разброса;
- диаграмма Парето;
- стратификация (расслоение);
- диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма);
- контрольная карта [3, с.4].

Автором метода *причинно-следственных диаграмм (схем)* считают профессора

Токийского университета Каору Исикаву, который в 1953 г. применил его на одном из предприятий при обсуждении и решении проблем качества продукции. Он считал, что результат процесса зависит от многочисленных факторов, между которыми существуют отношения типа "причина-результат". Путем систематических наблюдений можно выделить структуру и характер этих многофакторных отношений, построив диаграмму причин и результатов, позволяющую выразить эти отношения в простой и доступной форме, поэтому этот метод еще называют "*диаграммами причин и результатов*" и "*схемами Исикавы*" [4, с.17].

Японский промышленный стандарт на терминологию в области контроля качества дает следующее определение: "диаграмма причин и результатов – диаграмма, которая дает отношение между показателем качества и воздействующими на него факторами" [4, с.17].

Сущность построения схем Исикавы заключается в объединении различных факторов, оказывающих то или иное воздействие на конечный результат решения какой-либо проблемы, и их систематизации в определенной последовательности. Эти схемы позволяют графически проанализировать порой очень сложные взаимосвязи между изучаемой характеристикой (например, изучаемыми показателями качества продукции) и всевозможными факторами, оказывающими на нее то или иное влияние. Это, в свою очередь, дает возможность правильно спланировать и систематически, и комплексно проводить работу, направленную на изменение исследуемой характеристики [4, с.17].

Полученная в ходе работы схема Исикавы приведена на рис. 1.

Этапы построения схемы Исикавы включают:

- выделение проблемного вопроса, то есть определение характеристики, которая требует изменения и в отношении которой необходимо спланировать комплекс определенных работ;
- перечисление факторов, оказывающих прямое или косвенное влияние на величину характеристики;

- систематизирование перечисленных факторов по категориям (главные, средние, мелкие и т.д.);
- определение значимости факторов и их очередности;

- графическое изображение взаимосвязи характеристик и факторов.

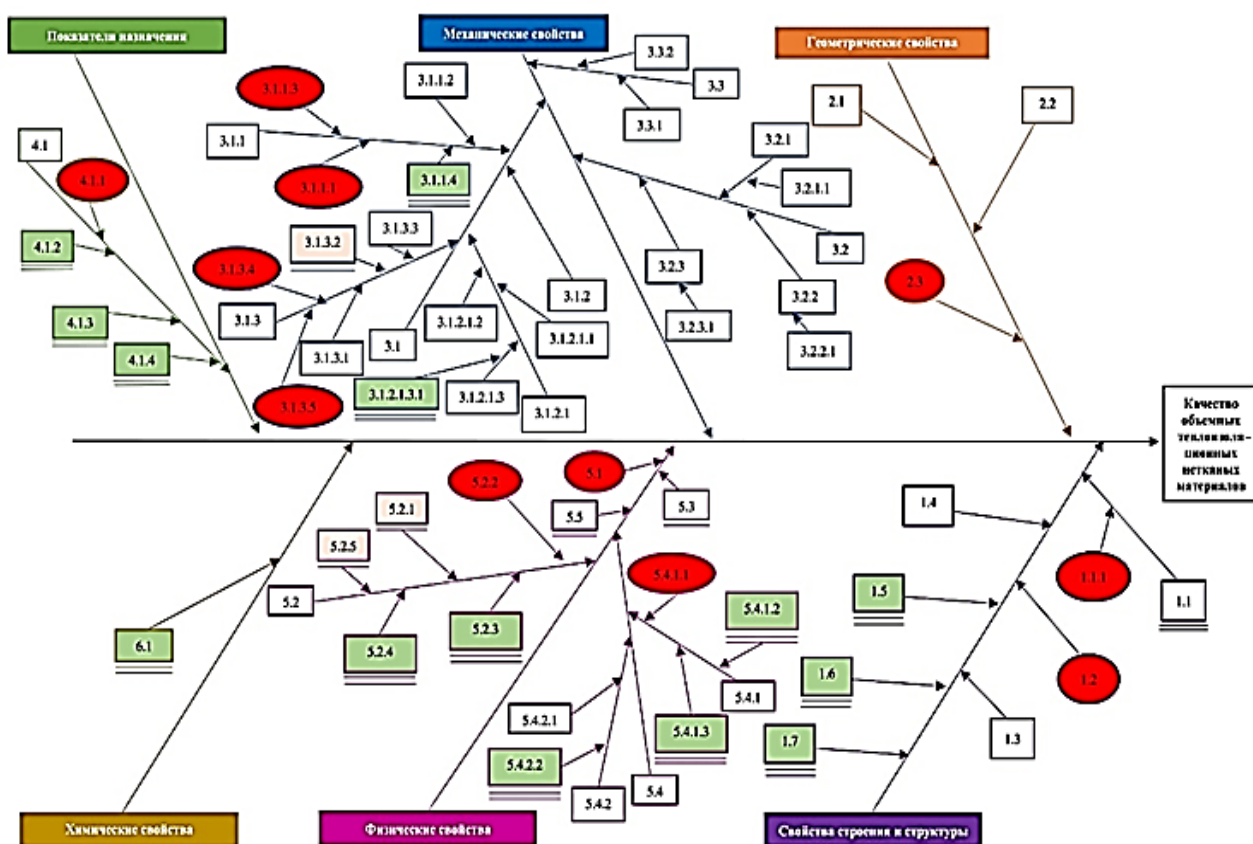


Рис. 1

Для выделения основных факторов из всего множества имеющихся факторов, проводят три тура обсуждений.

Относительно данной работы выбор факторов в три тура осуществлялся следующим образом:

- в первом туре обсуждений было выделено 32 фактора, которые представлены в табл. 2 (обозначены на рис. 1 одной нижней чертой);
- во втором туре из выделенных факторов было оставлено 26 факторов, которые представлены в табл. 3 (обозначены на рис. 1 двумя нижними чертами);
- в третьем туре было выделено 11 факторов, которые представлены в табл. 4 (обозначены на рис. 1 овалной фигурой).

Вначале был определен максимальный перечень возможных показателей, которые пря-

мо или косвенно оказывают влияние на качество теплоизоляционных нетканых материалов. Нами в работе использовалась классификация свойств показателей качества, принятых в текстильном материаловедении.

Показатели качества подверглись обсуждению среди специалистов на ООО "Термопол", который непосредственно производит теплоизоляционные нетканые материалы и имеет большой опыт по оценке качества выпускаемой продукции.

Все показатели качества теплоизоляционных нетканых материалов, представленные в табл. 1, были проанализированы, систематизированы и условно объединены в группы по основным факторам.

№ п/п	Группы показателей	Номер	Показатели качества
1	Свойства строения и структуры	1.1	Поверхностная плотность
		1.1.1	Неровнота по массе
		1.2	Волокнистый состав
		1.3	Способ формирования холста
		1.4	Ориентация волокон в холсте
		1.5	Линейная плотность волокон
		1.6	Объемное заполнение
2	Геометрические свойства	1.7	Пористость
		2.1	Длина до и после 5 стирок
		2.2	Ширина до и после 5 стирок
3	Механические свойства	2.3	Толщина до и после 5 стирок
		3.1	Деформация растяжения:
		3.1.1	Полуцикловые механические характеристики
		3.1.1.1	Разрывная нагрузка
		3.1.1.2	Раздирающая нагрузка
		3.1.1.3	Разрывное удлинение
		3.1.1.4	Жесткость
		3.1.2	Одноцикловые механические характеристики
		3.1.2.1	Составные части деформации
		3.1.2.1.1	Упругая деформация
		3.1.2.1.2	Эластическая деформация
		3.1.2.1.3	Пластическая деформация
		3.1.2.1.3.1	Остаточная деформация
		3.1.3	Многоцикловые механические характеристики
		3.1.3.1	Долговечность
		3.1.3.2	Стойкость к многократному растяжению
		3.1.3.3	Предел выносливости
		3.1.3.4	Миграция волокон ТНМ через ткань верха и подкладки
		3.1.3.5	Устойчивость к многократному сжатию
		3.2	Деформация изгиба
		3.2.1	Полуцикловые характеристики изгиба
		3.2.1.1	Жесткость при изгибе
		3.2.2	Одноцикловые характеристики изгиба
		3.2.2.1	Несминаемость
		3.2.3	Многоцикловые характеристики изгиба
		3.2.3.1	Стойкость к многократному изгибу
		3.3	Трение и истирание
3.3.1	Стойкость к истиранию		
3.3.2	Коэффициент тангенциального сопротивления		
4	Показатели назначения	4.1	Изменение размеров после мокрых и тепловых обработок
		4.1.1	Усадка после стирки
		4.1.2	Усадка после замачивания
		4.1.3	Усадка после глажения
		4.1.4	Усадка после химической чистки
5	Физические свойства	5.1	Гигроскопичность
		5.2	Проницаемость
		5.2.1	Водоупорность
		5.2.2	Воздухопроницаемость
		5.2.3	Паропроницаемость
		5.2.4	Водопроницаемость
		5.2.5	Водоотталкивание
		5.3	Электризуемость
		5.4	Тепловые показатели
		5.4.1	Термические показатели
		5.4.1.1	Суммарное тепловое сопротивление до и после 5 стирок
		5.4.1.2	Термостойкость
		5.4.1.3	Термоусадка
		5.4.2	Огнезащитные показатели
5.4.2.1	Огнестойкость		
5.4.2.2	Индекс ограниченного распространения пламени		
5.5	Санитарно-гигиенические показатели		
6	Химические свойства	6.1	Хемостойкость

Перечисленные в табл. 1 показатели в разной степени оказывают влияние на качество теплоизоляционных нетканых материалов. Важным показателем является суммарное тепловое сопротивление до и после 5

стирок. Известно, что широко используемые теплоизоляционные материалы, имеющие в своем составе гигроскопичные волокна, при увлажнении быстро теряют тепловые свойства и, наоборот, материалы, со-

стоящие из гидрофобных волокон, в меньшей степени подвержены значительной потере тепловых свойств при намокании. Поэтому в данном случае показатели – суммарное тепловое сопротивление и волокнистый состав – характеристики взаимосвязанные. Ширина и длина теплоизоляционных нетканых материалов не имеют прямого влияния на качество полотна, но имеют важное значение при удобстве кроя и тем самым снижения количества выпадов материала. Миграция волокон теплоизоляционного нетканого материала через ткань верха и подкладки будет иметь определяющую роль при выборе тканей, плотности и вида переплетений, а также решение о применении или не применении дополнительного антимиграционного слоя, что в конечном счете влияет не только на эстетический вид и массу готового изделия, но и на экономическую составляющую. Показатели

жесткости, несминаемости, устойчивости к многократному сжатию будут иметь значения для эстетического вида изделия и в то же время будут влиять на удобство и эргономические показатели в эксплуатации. Одновременно с этим показатель устойчивости к многократному сжатию будет влиять и на тепловые показатели изделий с рассматриваемым теплоизоляционным нетканым материалом. Поверхностная плотность и толщина, а также оценка толщины после многократных стирок, прямо связаны с теплоизоляционными свойствами нетканых материалов. Таким образом, прямо или косвенно все вышеперечисленные показатели оказывают влияние на качество теплоизоляционных нетканых материалов.

В табл. 2 представлены показатели качества теплоизоляционных нетканых материалов после первого тура обсуждений, а в табл. 3 – после второго тура обсуждений.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Группы показателей	Номер	Показатели качества
1	Свойства строения и структуры	1.1	Поверхностная плотность
		1.1.1	Неровнота по массе
		1.2	Волокнистый состав
		1.5	Линейная плотность волокон
		1.6	Объемное заполнение
		1.7	Пористость
2	Геометрические свойства	2.3	Толщина до и после 5 стирок
3	Механические свойства	3.1.1.1	Разрывная нагрузка
		3.1.1.3	Разрывное удлинение
		3.1.1.4	Жесткость
		3.1.2.1.3.1	Остаточная деформация
		3.1.3.2	Стойкость к многократному растяжению
		3.1.3.4	Миграция волокон ТНМ через ткань верха и подкладки
		3.1.3.5	Устойчивость к многократному сжатию
		3.2.1.1	Жесткость при изгибе
4	Показатели назначения	4.1.1	Усадка после стирки
		4.1.2	Усадка после замачивания
		4.1.3	Усадка после глажения
		4.1.4	Усадка после химической чистки.
5	Физические свойства	5.1	Гигроскопичность
		5.2.1	Водоупорность
		5.2.2	Воздухопроницаемость
		5.2.3	Паропроницаемость
		5.2.4	Водопроницаемость
		5.2.5	Водоотталкивание
		5.3	Электризуемость
		5.4.1.1	Суммарное тепловое сопротивление до и после 5 стирок
		5.4.1.2	Термостойкость
		5.4.1.3	Термоусадка
5.4.2.2	Индекс ограниченного распространения пламени		
5.5	Санитарно-гигиенические показатели		
6	Химические свойства	6.1	Хемостойкость

Таблица 3

№ п/п	Группы показателей	Номер	Показатели качества
1	Свойства строения и структуры	1.1	Поверхностная плотность
		1.1.1	Неровнота по массе
		1.2	Волокнистый состав
		1.5	Линейная плотность волокон
		1.6	Объемное заполнение
		1.7	Пористость
2	Геометрические свойства	2.3	Толщина до и после 5 стирок
3	Механические свойства	3.1.1.1	Разрывная нагрузка
		3.1.1.3	Разрывное удлинение
		3.1.1.4	Жесткость
		3.1.2.1.3.1	Остаточная деформация
		3.1.3.4	Миграция волокон ТНМ через ткань верха и подкладки
		3.1.3.5	Устойчивость к многократному сжатию
4	Показатели назначения	4.1.1	Усадка после стирки
		4.1.2	Усадка после замачивания
		4.1.3	Усадка после глажения
		4.1.4	Усадка после химической чистки
5	Физические свойства	5.1	Гигроскопичность
		5.2.2	Воздухопроницаемость
		5.2.3	Паропроницаемость
		5.2.4	Водопроницаемость
		5.4.1.1	Суммарное тепловое сопротивление до и после 5 стирок
		5.4.1.2	Термостойкость
		5.4.1.3	Термоусадка
5.4.2.2	Индекс ограниченного распространения пламени		
6	Химические свойства	6.1	Хемостойкость

Таблица 4

№ п/п	Группы показателей	Номер	Показатели качества
1	Свойства строения и структуры	1.1.1	Неровнота по массе
		1.2	Волокнистый состав
2	Геометрические свойства	2.3	Толщина до и после 5 стирок
3	Механические свойства	3.1.1.1	Разрывная нагрузка
		3.1.1.3	Разрывное удлинение
		3.1.3.4	Миграция волокон ТНМ через ткань верха и подкладки
		3.1.3.5	Устойчивость к многократному сжатию
4	Показатели назначения	4.1.1	Усадка после стирки
5	Физические свойства	5.1	Гигроскопичность
		5.2.2	Воздухопроницаемость
		5.4.1.1	Суммарное тепловое сопротивление до и после 5 стирок

В работе были выделены определяющие показатели качества теплоизоляционных материалов, применяемых для одежды, с использованием причинно-следственных схем Исикавы.

В ходе трех туров обсуждений было выявлено 11 показателей качества (табл. 4 – показатели качества теплоизоляционных нетканых материалов после третьего тура об-

суждений), которые имеют наибольшее значение для оценки свойств и качества теплоизоляционных нетканых материалов. Выбор именно этих показателей является вполне закономерным. Так, неровнота по массе, к примеру, влияет на равномерность свойств по всей поверхности нетканого полотна. Данный параметр регламентирован ГОСТ Р 57027–2016

(не более 8%) [5, с.3] и ГОСТ Р 57632–2017 (не более 7%) [6, с.5].

Волокнистый состав предопределяет целый ряд свойств нетканого материала. Различное процентное содержание тех или иных волокон влияет на гигроскопичность, электризуемость, усадку, термостойкость, гриф полотна. Правильный подбор волокнистого состава позволяет еще на этапе проектирования задать определенные характеристики нетканому полотну.

Толщина теплоизоляционных нетканых материалов до и после 5 циклов стирок имеет большое эксплуатационное и эстетическое значение. К современным видам одежды предъявляются высокие требования эргономичности. Одежда должна быть удобной, легкой, не стеснять движений.

Показатели разрывной нагрузки по длине и ширине, а также разрывное удлинение по длине и ширине имеют значение во время эксплуатации изделий, так как позволяют сохранять структуру материала при нагрузках и определяют долговечность. Данные показатели регламентированы ГОСТ 57632–2017 [6, с.5].

Миграция волокон сквозь ткань верха и подкладки имеет важное эксплуатационное, эстетическое и экономическое значение. Так, наличие антимиграционного слоя у нетканого материала (каландрированные поверхности) позволяет производителю теплоизоляционной одежды не закладывать стоимость применения дополнительного слоя (типа "спанбонд") во избежание миграции волокон, а также позволяет выбирать более тонкие ткани верха и подкладки. Низкий показатель миграции у нетканого полотна дает более широкие возможности для мокрых обработок, стирки, чистки, эксплуатации готовых изделий. Данный показатель для нетканых материалов, применяемых в специальной одежде, к примеру, регламентирован ГОСТ Р 57632–2017 [6, с.5].

Устойчивость к многократному сжатию характеризует способность материала сохранять форму и восстанавливаться после многократных нагрузок. Данный показатель также регламентирован ГОСТ Р 57027–2016 [5, с.3], где указано, что устойчивость к многократному сжатию, для термоскрепленных поло-

тен должна быть не менее 70%, а также ГОСТ Р 57632–2017 (не менее 60%) [6, с.5].

Усадка после стирки для нетканых термоскрепленных объемных полотен, как и устойчивость к многократному сжатию, регламентирована ГОСТ Р 57027–2016 [5, с.3], где данный показатель должен быть не более 2,5%, в ГОСТ Р 57632–2017 дается указание о том, что изменение в размерах не должно превышать 2,0% [6, с.5].

Гигроскопичность – важный показатель для теплоизоляционных нетканых материалов, так как по мере увлажнения материалов меняется показатель теплозащитных свойств.

Воздухопроницаемость является важным свойством при создании зимней многослойной одежды, где конструкция из ткани верха, ветрозащитного слоя, теплоизоляционного слоя, подкладки образует пакет материалов, который для того, чтобы быть эффективным изолятором, должен соответствовать нормативной документации, в том числе и по воздухопроницаемости. Примером регламентации воздухопроницаемости объемного нетканого материала может служить ГОСТ Р 57027–2016 [5, с. 2].

Показатель суммарного теплового сопротивления до и после 5 циклов стирок позволяет прогнозировать теплозащитные свойства готового изделия и, как следствие, упрощает выбор конструктором достаточного количества теплоизоляционных слоев в одежде.

ВЫВОДЫ

Причинно-следственные схемы достаточно удобный и наглядный инструмент определения наиболее важных показателей качества.

Хотя данный метод и имеет недостаток – отсутствие количественных измерений, но он может выступать как удобный и незатратный инструмент выделения основных показателей, которые в дальнейшем могут быть исследованы с применением других методов, позволяющих получить количественную оценку и измерение значимости определяющих факторов.

1. ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением N 1). – Взамен ГОСТ 15467–70; введ. 1979-07-01, ГОСТ 16431–70 по 1979-07-01, ГОСТ 17341–71 по 1979-07-01, ГОСТ 17102–71 по 1979-07-01. – Введ. 1979-07-01. – М.: Стандартиформ, 2009.
2. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. – М.: Колосс, 2011.
3. Фетинина Е.П. Применение инструментов контроля качества при оценивании систем управления. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010.
4. Кирюхин С.М., Грднева Т.М., Демократова Е.Б. Методы и средства технического контроля и управления качеством текстильных материалов. – М.: МГУДТ, 2013.
5. ГОСТ Р 57027–2016. Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия. – Введ. 2017-08-01. – М.: Стандартиформ, 2016.
6. ГОСТ Р 57632–2017. Материалы нетканые для специальной одежды. Утеплители. Технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2018-05-01. – М.: ТК 412 "Текстиль", 2018.

1. GOST 15467–79. Upravlenie kachestvom produkcii. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya (s Izmeneniem N 1). – Vzamen GOST 15467–70; vved. 1979-07-01, GOST 16431–70 po 1979-07-01, GOST 17341–71 po 1979-07-01, GOST 17102–71 po 1979-07-01. – Vved. 1979-07-01. – M.: Standartinform, 2009.
2. Kiryukhin S.M., Shustov Yu.S. Tekstil'noe materialovedenie. – M.: Koloss, 2011.
3. Fetinina E.P. Primenenie instrumentov kontrolya kachestva pri otsenivanii sistem upravleniya. – Novokuznetsk: SibGIU, 2010.
4. Kiryukhin S.M., Gridneva T.M., Demokratova E.B. Metody i sredstva tekhnicheskogo kontrolya i upravleniya kachestvom tekstil'nykh materialov. – M.: MGUDT, 2013.
5. GOST R 57027–2016. Polotna netkanye termoskrepennyye ob"emnyye sinteticheskie. Obshchie tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2017-08-01. – M.: Standartinform, 2016.
6. GOST R 57632–2017. Materialy netkanye dlya spetsial'noy odezhdy. Utepliteli. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. – Vved. 2018-05-01. – M.: TK 412 "Tekstil", 2018.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса.
Поступила 31.08.19.
