

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

На правах рукописи



Виноградова Наталья Алексеевна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ
МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ
СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК**

Специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств
текстильной и легкой промышленности»

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор Шустов Ю.С.

Москва – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АССОРТИМЕНТ, АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ИЗНАШИВАНИЕ ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК ...	9
1.1. Ассортимент тканей медицинского назначения	9
1.2. Анализ потребительских предпочтений, предъявляемых к тканям медицинского назначения	14
1.3. Анализ требований нормативной документации, предъявляемых к тканям медицинского назначения	23
1.4. Анализ биоцидных препаратов и методов обработки тканей меди- цинского назначения	29
1.5. Оценка качества тканей медицинского назначения	39
1.6. Изнашивание тканей медицинского назначения	45
1.7. Обсуждения и выводы	51
ГЛАВА 2. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК	55
2.1. Выбор объектов и общая методика исследования	55
2.2. Системный анализ взаимосвязи показателей качества тканей меди- цинского назначения.	58
2.3. Экспертный метод выбора определяющих показателей качества тканей медицинского назначения	64
2.4. Обсуждения и выводы.	85
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ	

ПОЛИКЛИНИК	89
3.1. Выбор объектов и общая методика исследования.	89
3.2. Исследование определяющих показателей качества тканей медицин- цинского назначения.	93
3.3. Изучение кинетики изнашивания тканей медицинского назначения	114
3.4. Прогнозирование изменения свойств тканей медицинского назна- чения.	132
3.5. Обсуждения и выводы.	137
ГЛАВА 4. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК	145
4.1. Выбор объектов и общая методика исследования.	145
4.2. Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения. . .	148
4.3. Прогнозирование изнашивания показателей качества тканей меди- цинского назначения в процессе эксплуатации.	174
4.4. Обсуждения и выводы.	190
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ	195
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	197
ПРИЛОЖЕНИЕ А	208
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	211
ПРИЛОЖЕНИЕ В	213
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	223
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	229
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	230

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из приоритетных направлений развития социальной политики правительства Российской Федерации является обеспечение эффективной системы здравоохранения. Для реализации данной задачи медицинские учреждения должны обеспечивать высокий уровень лечебно-диагностической работы. Немаловажная роль в данном вопросе отводится одежде медицинского назначения.

На сегодняшний день разработка и исследование тканей медицинского назначения является одной из приоритетных задач. По статистическим данным [1] установлено, что из всех текстильных материалов, вырабатываемых для изготовления одежды, 25% расходуется на медицинский текстиль.

Одежда для медицинского персонала выполняет не только утилитарное значение, это – визитная карточка организации, часть корпоративной культуры.

Медицинская одежда должна не только обеспечивать профессиональную деятельность врачей и медицинских сотрудников, но и исключить любую, даже небольшую вероятность нанесения вреда здоровью пациентов. Расширение ассортимента определяет потребность в совершенствовании методов оценки качества тканей медицинского назначения.

Актуальность работы обусловлена выявлением потребительских предпочтений при выборе тканей медицинского назначения, необходимостью пересмотра и уточнения номенклатуры показателей качества, исследованием кинетики изнашивания тканей медицинского назначения, подсчетом комплексных показателей, наиболее полно характеризующих качество тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник.

Целью работы является разработка методов оценки качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие **основные задачи:**

- анализ ассортимента, выявление требований потребителей, предъявляемых к тканям медицинского назначения, анализ нормативно-технической документации;
- изучение методов оценки качества и изнашивания тканей медицинского назначения;
- систематизация и выбор определяющих показателей качества тканей медицинского назначения;
- исследование определяющих показателей качества тканей медицинского назначения и кинетики их изнашивания;
- прогнозирование поведения свойств тканей медицинского назначения;
- разработка метода оценки качества тканей медицинского назначения на базе изучения комплексных оценок качества;
- разработка методики лабораторного изнашивания тканей медицинского назначения, позволяющей заменить опытную носку изделий.

Объекты и методики проведения исследований. Объектами исследований в работе являлись ткани медицинского назначения различного сырьевого состава. В работе использовались как стандартные, так и новые методики исследования свойств тканей. При выборе номенклатуры определяющих показателей качества (ОПК) были использованы системный подход и экспертный метод. Исследование свойств тканей медицинского назначения проводилось с использованием нормативной документации. В работе была проведена кинетика изнашивания тканей медицинского назначения под действием основных факторов износа – стирки и истирания, выполнено прогнозирование поведения свойств тканей при помощи метода экстраполяции. В качестве инструмента сравнения значений, полученных при опытной носке и лабораторном моделировании изнашивания, был применен квалитетический подход с использованием комплексных оценок качества и корреляционный анализ. Разработана методика моделирования лабораторного изнашивания тканей медицинского назначения, позволяющая заменить опытную носку изделий.

В работе использованы программные продукты операционной среды Windows XP, Microsoft Excel, Mathcad Professional, Paint, Diblook.

Научная новизна заключается в том, что:

- разработан комплекс решений, направленных на совершенствование оценки качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник;
- впервые проведены систематизация и разработка номенклатуры определяющих показателей качества тканей медицинского назначения, предназначенных для пошива медицинской одежды для сотрудников поликлиник;
- разработаны математические модели зависимостей кинетики изнашивания тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник, от основных факторов износа;
- разработана методика комплексной оценки качества тканей медицинского назначения с использованием квалиметрического подхода;
- предложены методики подсчета итогового значения для показателей качества, имеющих два численных значения, и определения относительных показателей качества, имеющих нулевые численные значения;
- разработана методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения, позволяющая заменить дорогостоящую, трудоемкую и длительную опытную носку.

Практическая значимость:

- установленная номенклатура определяющих показателей качества может быть практически использована при разработке нормативно-технической документации на ткани медицинского назначения;
- установлена антимикробная активность на госпитальные штаммы золотистого стафилококка и синегнойной палочки тканей производства «Вологодский льнокомбинат» и «Чайковский текстиль» в зависимости от количества стирок;
- предложено проводить комплексную оценку качества тканей медицинского назначения с использованием средней арифметической комплексной оценке по относительным показателям качества;

– предложенная методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения апробирована и внедрена в рабочий процесс компании ООО «ДРАГОНВЭЙВ»;

– разработан и зарегистрирован стандарт организации, распространяющийся на ткани медицинского назначения для пошива халатов для сотрудников поликлиник;

– результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс РГУ им. А. Н. Косыгина на кафедре материаловедения и товарной экспертизы.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 31 печатных работах, 7 из которых – в реферируемых изданиях ВАК.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены: на международной научно-технической конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (2012, 2013 гг., г. Иваново); на международной научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль – 2012, 2013 гг., г. Москва); на международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (ноябрь 2013, г. Витебск); на международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технологии и материаловедения швейного производства «Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика» (декабрь 2013 г., г. Кострома); на международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы товароведения и безопасности товаров» (2013 г., г. Коломна); на всероссийской научно – технической конференции «Современные тенденции развития информационных технологий в текстильной науке и практике» (2012 г., г. Дмитровград); на внутривузовских 64, 65, 66 научно-технических конференциях «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству» (2012, 2013, 2014 гг., г. Кострома); на межвузовских научно-технических конференциях аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (2013, 2014 гг., г. Москва); на

международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности» (2014 г., г. Витебск); на международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (Инновации-2014) (2014 г., г. Москва); на международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета (2015 г., г. Витебск); на международной научно-практической конференции «Моделирование в технике и экономике» (2016 г., Витебск); на международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2018)» (2018 г., г. Москва).

Личное участие автора состоит в выявлении и формулировании основного содержания исследований, которое включает:

- проведение выборочного исследования на основании анкетного опроса с целью определения предпочтений потребителей;
- выбор номенклатуры определяющих показателей качества тканей медицинского назначения;
- разработку методики кинетики изнашивания тканей медицинского назначения;
- прогнозирование изменения стойкости к истиранию исследуемых образцов от количества стирок при помощи метода экстраполяции;
- применение средней арифметической комплексной оценки для нахождения комплексного показателя тканей медицинского назначения;
- разработку методики лабораторного изнашивания тканей медицинского назначения, дальнейшее его сравнение с результатами опытной носки при помощи корреляционного анализа.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 230 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы. Список используемой литературы состоит из 104 наименований. Работа содержит 70 таблиц и 36 рисунков.

ГЛАВА 1. АССОРТИМЕНТ, АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ИЗНАШИВАНИЕ ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК

В первой главе представлен ассортимент тканей медицинского назначения, проведено исследование рынка потребительских предпочтений тканей для сотрудников поликлиник, рассмотрены требования нормативной документации, предъявляемые к тканям медицинского назначения, приведен анализ биоцидных препаратов и методов обработки тканей медицинского назначения, проанализированы методы оценки качества и причины изнашивания тканей медицинского назначения.

1.1. Ассортимент тканей медицинского назначения

На сегодняшний день ассортимент тканей медицинского назначения разнообразен. Еще несколько десятилетий назад медицинская одежда служила только предметом утилитарного назначения, наиболее распространенными тканями для ее пошива были хлопчатобумажные ткани.

Современные тенденции развития рынка тканей медицинского назначения свидетельствуют о том, что на смену хлопчатобумажным приходят смесовые ткани. Крупнейшими производителями медицинских тканей являются – Китай, Великобритания, Россия, Япония, Южная Корея, Беларусь [2, 3].

Ткани медицинского назначения Carrington (Кэррингтон) производства Великобритании выпускаются нескольких наименований различного сырьевого состава, поверхностной плотности и видов отделок [4]. В состав тканей *Extraflex 1* (поверхностная плотность 220 г/м²), *Teredo* (поверхностная плотность 195 г/м²) и *Alba-2* (поверхностная плотность 145 г/м²) входят 67% полиэфира и 33% хлопка. По заявлению производителя ткани *Alba-2* и *Extraflex 1* имеют водоотталкивающие отделки, а ткань *Teredo* обладает отделкой легкий уход, которая позволяет не гладить медицинскую одежду после стирки и сушки в расправленном виде [4].

Ткани *Ultra* и *Cooltex 200 plus* имеют поверхностную плотность 210 г/м² и 200 г/м² соответственно, ткани состоят из 50% полиэстера и 50% хлопка. Производитель заявляет, что ткань *Cooltex 200 plus* имеет в своей структуре волокно Tencel®, а ткань *Ультра* имеет отделку легкий уход.

Ткани японской компании Satory (Сатори), предназначенные для пошива одежды медицинского назначения, имеют несколько разновидностей [5]:

- ткань *Satory satin* – самая плотная из рассматриваемых тканей (поверхностная плотность 190 г/м²), с сырьевым составом 50% полиэфира и 50% хлопка;
- ткань *Satory comfort* – более легкий вариант ткани медицинского назначения (поверхностная плотность 165 г/м²), по сырьевому составу заявлен 100 % хлопок;
- ткань *Satory* с поверхностной плотностью 145 г/м² и сырьевым составом 50% полиэфир, 50% хлопок.
- ткань *Satory light* является самой тонкой тканью медицинского назначения среди тканей Satory (поверхностная плотность 115 г/м²). Данная ткань состоит из 50% полиэфира и 50% хлопка.

Все рассмотренные варианты тканей Satory обладают водоотталкивающей отделкой [5].

Фирма ТС (ТиСи), производства Южной Кореи предлагает ткани для форменной и специальной одежды [6]. Среди всех тканей можно выделить 4 варианта с разной поверхностной плотностью. Ткань ТС *саржа 165* (поверхностная плотность 240 г/м²) состоит из 100 % хлопка. Далее следуют ткани *optima* и *optima T* с поверхностными плотностями 170 г/м² и 160 г/м², сырьевой состав тканей составляет 65% полиэфир и 35% вискозное волокно. Среди самых тонких тканей производителя ТС отмечена ткань люкс 120 (поверхностная плотность 120 г/м²), состоящая из 65% полиэфира и 35% хлопка. Ткань *саржа 165* имеет водоотталкивающую обработку, все остальные ткани в дополнение к водоотталкивающей обработке дополнены антистатической [6].

Одними из лидеров среди российских производителей тканей специального и медицинского назначения являются ткани производства ООО «Чайковский тек-

стиль». Ткани представлены в большом ассортименте и подразделяются в зависимости от рода деятельности потребителей. Для пошива тканей медицинского назначения можно выделить 8 вариантов тканей [7]. Для удобства в названии тканей уже указана их поверхностная плотность. Производитель выделяет два основных вида тканей, предназначенных для пошива одежды медицинского назначения – *Премьер* и *Панацея*.

Самой тяжелой является ткань *Премьер cotton 250* с поверхностной плотностью ткани 250 г/м^2 , состоящая из 100% хлопка. Далее можно выделить ткань *Премьер standard 210* (поверхностная плотность 210 г/м^2) с сырьевым составом 65% полиэфира и 35% хлопка, ткань обладает водоотталкивающей обработкой и малосминаемой отделкой. Ткань *Премьер TR 190* также состоит на 65% из полиэфира и 35% из хлопка. Производитель позиционирует данную модель, как ткань премиум-класса для работников медицинских учреждений. Ткани *Премьер standard 180i* и *Премьер standard 180 antibacterial* имеют такой же сырьевой состав, как и предыдущие образцы (65% полиэфира и 35% хлопка). Ткань *Премьер standard 180i* имеет минимальную усадку, а *Премьер standard 180 antibacterial* обладает антибактериальным покрытием [7].

Ткань *Панацея 160* по сырьевому составу состоит на 65% из полиэфира, на 35% из вискозного волокна, а ткань *Панацея cotton rich 150* на 60 % состоит из хлопка, а на 40% из полиэфира [7].

Ассортимент тканей медицинского назначения достаточно обширен. Рассмотрим структуру Российского рынка тканей медицинского назначения.

На рисунке 1.1 показано процентное соотношение производимых в России тканей.

Динамика роста потребления медицинского текстиля в России представлена на рисунке 1.2.

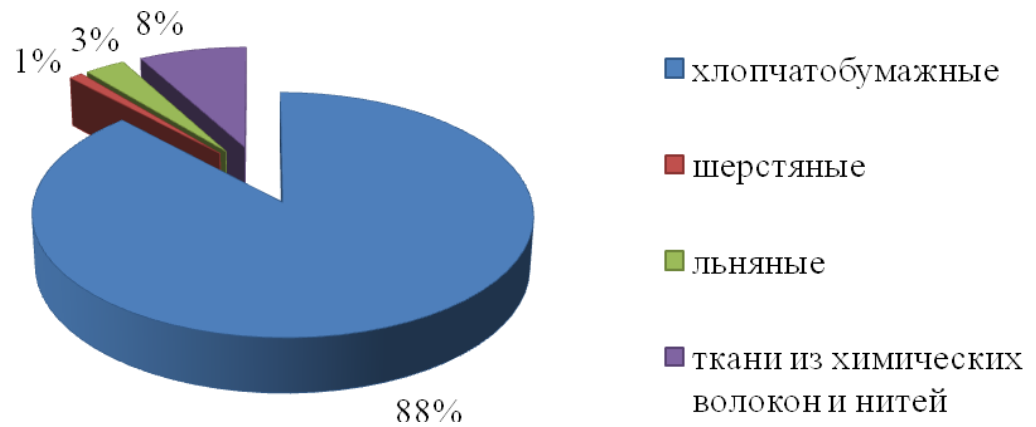


Рисунок 1.1 – Структура тканей медицинского назначения, производимых в Российской Федерации

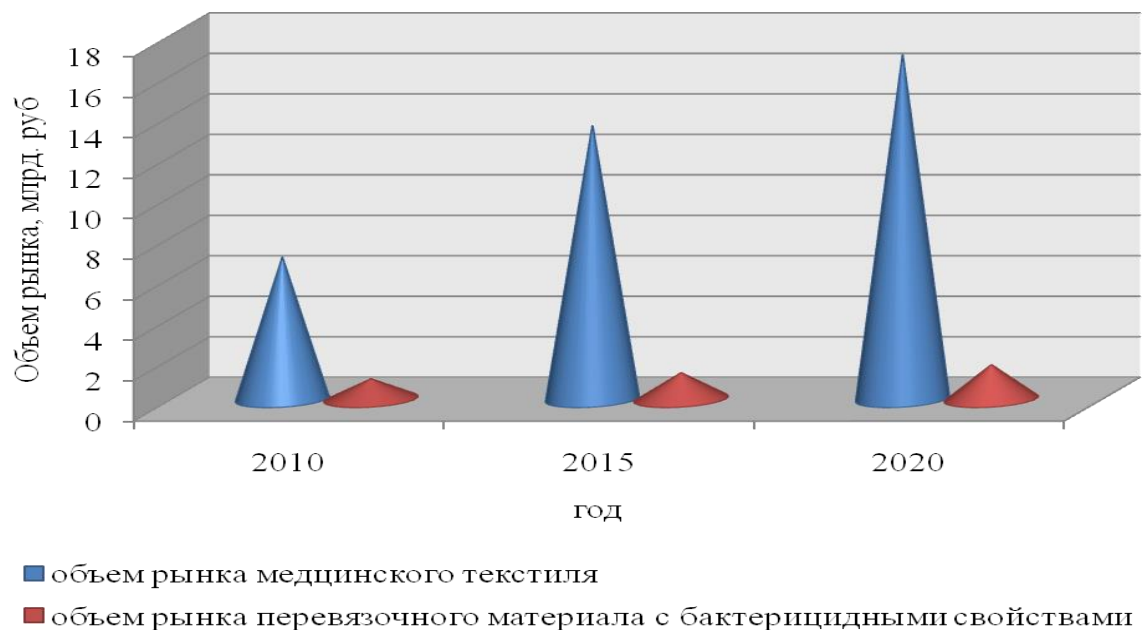


Рисунок 1.2 – Динамика объема рынка медицинского текстиля в Российской Федерации

Как видно из рисунка 1.1, в российском производстве тканей медицинского назначения преобладают хлопчатобумажные ткани. На их долю приходится 88%, на втором месте ткани из химических волокон и нитей – 8%. Смесовые ткани и ткани из химических нитей и волокон Россией импортируются, их доля достаточно велика. В 2015 г. доля импорта по текстильной продукции медицинского назначения составляла около 40%, согласно целевым показателям программы импортозамещения доля импорта по этой продукции к 2020 г. составит 25%.

Из рисунка 1.2 видно, что в 2010 году объем рынка составлял 7 млрд. рублей, в 2015 – 14 млрд. рублей, а к 2020 году планируется увеличить объем рынка до 18 млрд. рублей.

Долгое время традиционными тканями для изготовления медицинской одежды считались хлопчатобумажные ткани, однако, современная альтернатива им – смесовые ткани. Благодаря введению в состав ткани химических волокон и возможности регулирования различного соотношения натуральных и химических волокон производители могут улучшать показатели механических, физических и химических свойств, создавать ткани с заданными потребительскими свойствами [8].

Сегодня это особенно актуально, т.к. потребитель стоит в центре интересов производителя. Работа с потребителем становится все более актуальной. Практически любой бизнес предполагает интегрированные усилия по выявлению, созданию, развитию и удовлетворению потребностей людей и компаний.

Исследованию рынка потребительских предпочтений посвящен следующий раздел работы.

1.2. Анализ потребительских предпочтений, предъявляемых к тканям медицинского назначения

Поведение потребителей на рынке, характер совершаемых покупок определяются их личностными, культурными, социальными и психологическими факторами, изучение которых – важнейшая задача маркетинговых исследований [9-11].

В работе было проведено исследование предпочтений потребителей, предъявляемых к одежде медицинского назначения и конкретно к тканям, используемым для изготовления одежды сотрудников поликлиник.

Исследование проводилось в поликлиниках г. Москвы.

С целью сбора информации о требованиях, предъявляемых к одежде медицинского назначения потребителями, было проведено выборочное исследование на основании анкетного опроса. Объем выборки n определяется по следующей формуле:

$$n = \left(\frac{t \cdot C}{\delta} \right)^2, \quad (1.1)$$

где t – коэффициент Стьюдента;

C – коэффициент вариации, %;

δ – относительная ошибка, %.

Для нахождения необходимого объема выборки принимаем следующие численные значения входящих в формулу 1.1 параметров: $t=2$ при доверительной вероятности $p=0,95$; $C=15\%$ и $C=20\%$, что обеспечивает согласованность мнений респондентов выше средней и среднюю согласованность; $\delta=5\%$ и $\delta=10\%$, что соответствует средней точности исследований.

Результаты расчета n представлены в таблице 1.1:

Таблица 1.1 – Результаты расчета объема выборки n

Значение коэффициента вариации $C, \%$	Значение относительной ошибки $\delta, \%$	
	5	10
15	36	9
20	64	15

Наиболее приемлемым значением количества опрашиваемых является 36 человек, т.к. при этом обеспечивается согласованность мнений экспертов выше среднего ($C=15\%$) и хорошая точность исследований ($\delta=5\%$) при доверительной вероятности $p=0,95$. Таким образом, для того, чтобы результаты исследований корректно отражали генеральную совокупность, необходимо опросить 36 человек.

Для исследования предпочтений потребителей была разработана анкета (приложение А), которую для удобства обработки условно можно поделить на блоки вопросов, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Анкетные данные

Анкетный блок	Перечень вопросов
2	3
Вопросы, выявляющие принадлежность респондента к определенному сегменту потребительского рынка	- возраст респондента - место работы респондента - социальное положение респондента - уровень образования респондента
Вопросы, выявляющие взаимосвязь факторов, влияющих на заинтересованность респондента в приобретении одежды медицинского назначения	- как часто происходит смена одежды - какова причина смены одежды - основные места покупок - периодичность стирки
Вопросы, определяющие требования респондента к медицинской одежде	- требования к стране-производителю - требования к сырьевому составу - какие показатели являются определяющими при выборе одежды медицинского назначения
Вопросы, выявляющие предпочтения потребителей относительно:	-сырьевого состава -антибактериальных свойств -воздухопроницаемости -стойкости к истиранию -устойчивости окраски -несминаемости -глажения -качества отстирывания -надлежащего внешнего вида

Анализ данных каждого блока показал следующее.

В опросе принимали участие специалисты различного профиля. Определяющей группой являлись врачи (96%): врачи-терапевты поликлиник, доля которых составила 70% от количества опрошенных, врачи иного профиля – 26% от общего числа; средний медицинский персонал – 4%.

На рисунке 1.3 приведен половозрастной состав опрошенных медицинских работников.

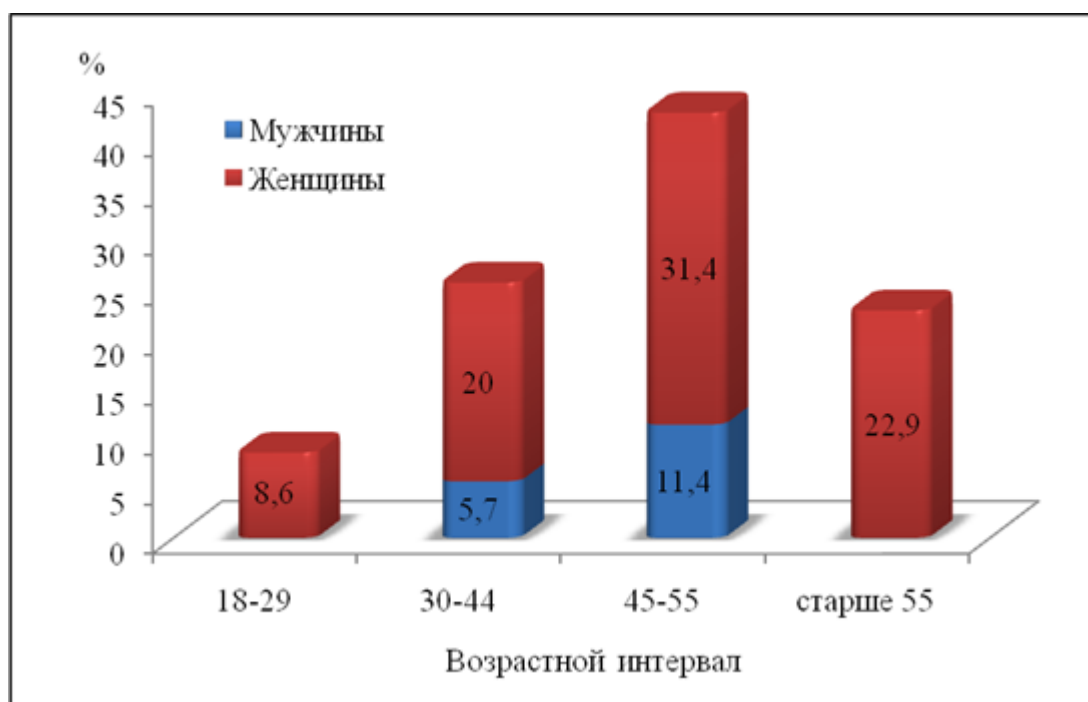


Рисунок 1.3 – Половозрастной состав участников опроса

В состав целевой группы входят 17% мужчин и 83% женщин. Преобладающий возрастной интервал и у мужчин и у женщин – 45-55 лет.

Подавляющее большинство опрошенных врачей покупают необходимую одежду самостоятельно (83%) (рисунок 1.4).

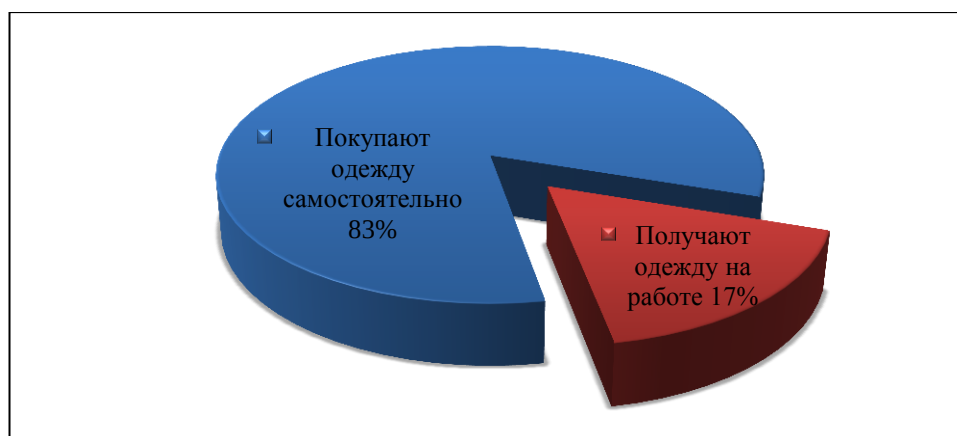


Рисунок 1.4 – Способы приобретения сотрудниками медицинской одежды

Необходимость смены медицинской одежды в подавляющем большинстве случаев возникает в интервале от полугода (26%) до одного года (43%) (рисунок 1.5). У 25% опрошенных медицинских работников смена одежды происходит в промежутке от 1,5 до 3 лет. Согласно нормам бесплатной выдачи медицинской одежды сотрудникам, замена халатов медицинского назначения происходит 1 раз в 2 года [12].

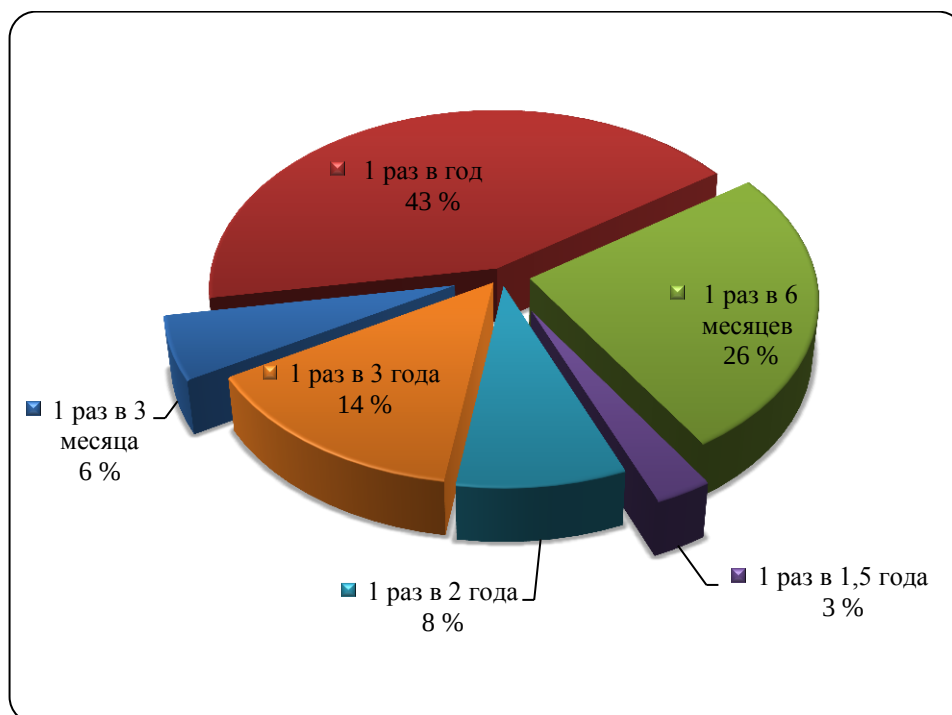


Рисунок 1.5 – Периодичность смены одежды

Исследование причин смены одежды медицинскими работниками установило следующее. Основной причиной является износ материала от истирания (40% от общего числа). На причины смены одежды от случайных факторов разрыва, износа и пр. приходится 23%. Внешний вид медицинской одежды – важный показатель для медицинских сотрудников поликлиник. По этой причине смена одежды вследствие изменения окраски происходит в 17%, вследствие повышенной пиллингуемости – в 14%.

Результаты опроса приведены на рисунке 1.6.

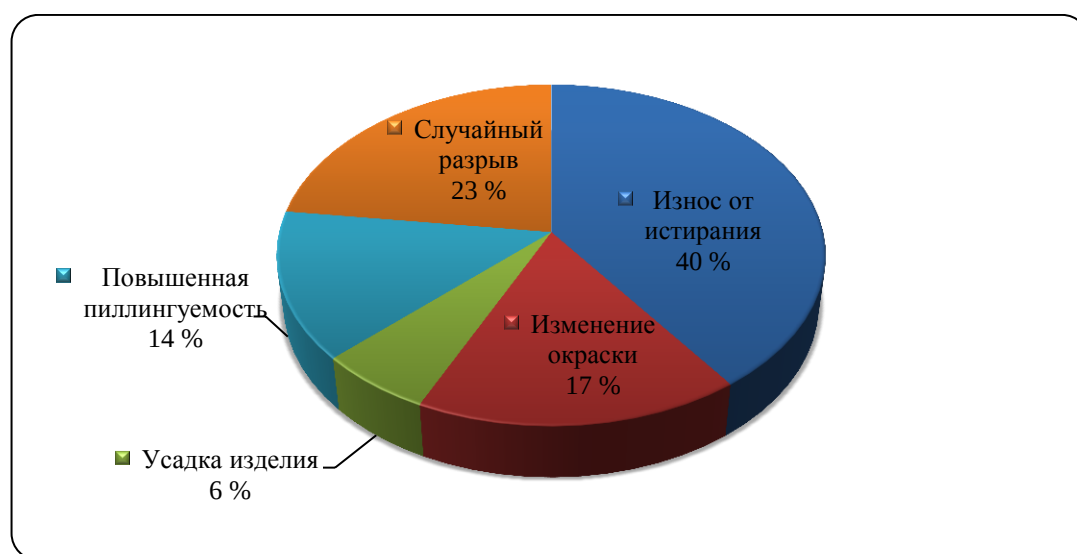


Рисунок 1.6 – Причины смены одежды

Среди основных мест совершения покупок медицинской одежды преобладают специализированные магазины (80%), стоковые центры и интернет-магазины не так распространены (рисунок 1.7).

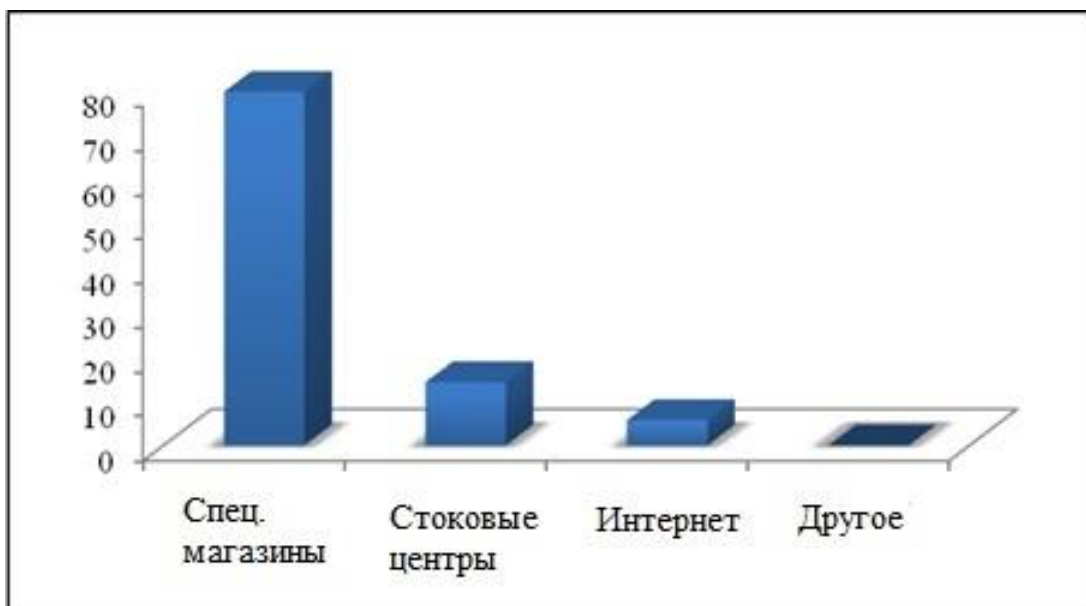


Рисунок 1.7 – Места приобретения медицинской одежды

Что касается предпочтений потребителей относительно страны-производителя (рисунок 1.8), можно сказать, что был выявлен спрос на отечественную продукцию. Из общего числа опрошенных, 46% предпочитают покупать одежду медицинского назначения российского производства. Любопытным является тот факт, что для 25% респондентов не имеет значения страна-производитель.

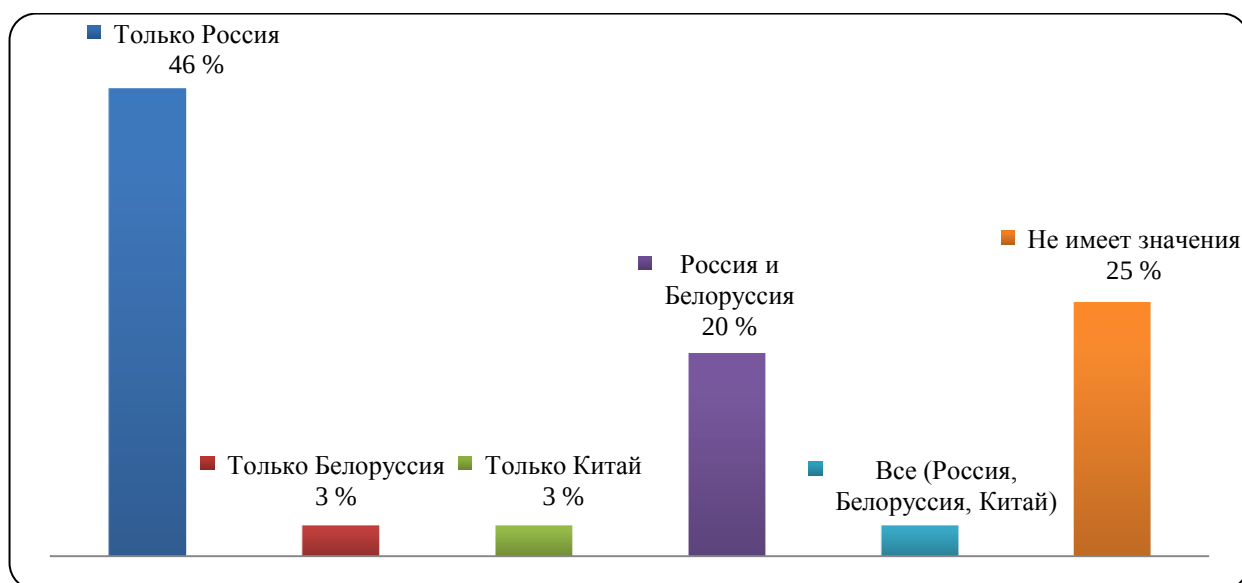


Рисунок 1.8 – Предпочтения по стране-производителю

Анализ мнений потребителей установил, что респонденты имеют равные предпочтения относительно сырьевого состава медицинской одежды: по 37% опрошенных предпочитают одежду из хлопчатобумажных или смесовых тканей (рисунок 1.9). 23% опрашиваемых предпочитают покупать одежду, которая в равной степени может быть изготовлена и из чисто натуральных, и из смесовых тканей. 3% респондентов не признает важность сырьевого состава при выборе одежды медицинского назначения.

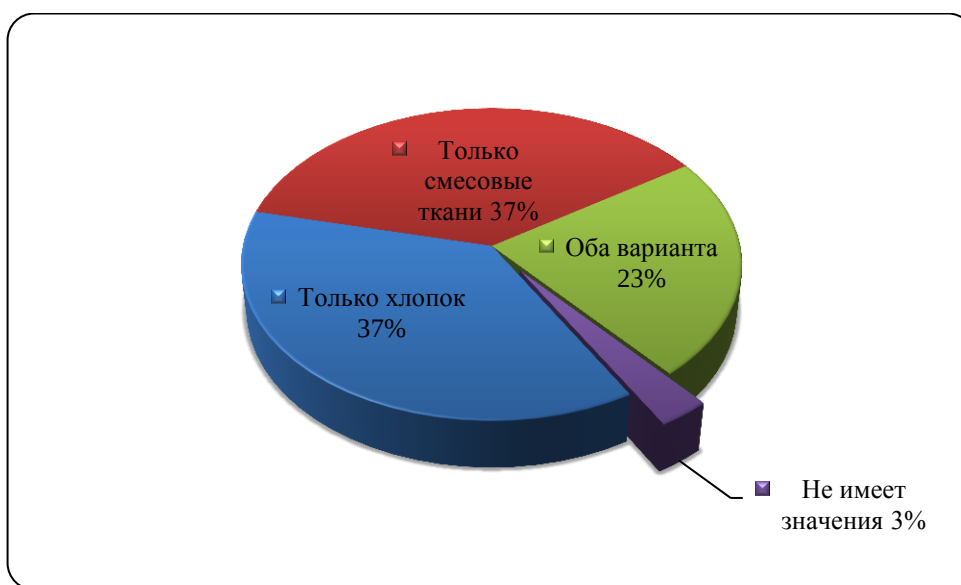


Рисунок 1.9 – Предпочтения по сырьевому составу

В результате опроса были выявлены основные предпочтения врачей при выборе определяющих показателей качества (ПК) тканей медицинского назначения (таблица 1.3). Выяснилось, что для подавляющего большинства респондентов наиболее значимым показателем является внешний вид изделия (94% опрошенных). Как уже отмечалось, внешний вид медицинской одежды – важный показатель для медицинских сотрудников поликлиник. Кроме того, этот показатель особенно важен для женщин, доля которых составляет 83% от всех респондентов. Для 60% опрошенных важным является качество материала, а для 43% – сырьевой состав. Цена изделия, качество пошива и цвет изделия интересны для потенциальных покупателей (40%, 40% и 37% соответственно). По результатам опроса

было выявлено, что туше изделия при покупке медицинской одежды практически не принимается во внимание опрашиваемыми.

Таблица 1.3 – Значимость показателей при выборе одежды

Показатель	Количество опрошенных, %
Внешний вид	94
Качество материала	60
Состав	43
Цена	40
Качество пошива	40
Цвет	37
Туше	17
Страна-производитель	9

Согласно Постановлению о Санитарно-эпидемиологических требованиях к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность [12], смена одежды в подразделениях хирургического и акушерского профиля осуществляется ежедневно и по мере загрязнения, в учреждениях терапевтического профиля – 2 раза в неделю и по мере загрязнения. Сменная обувь персонала, работающего в помещениях с асептическим режимом должна быть из нетканого материала, доступного для дезинфекции. Сменная одежда и обувь должна быть предусмотрена также и для медицинского персонала других подразделений, оказывающего консультативную и другую помощь, а также для инженерно-технических работников. Для персонала должен быть предусмотрен отдельный вход, раздевалка со шкафчиками для личной и санитарной одежды, душевые. Санитарная одежда меняется ежедневно.

По результатам опроса было выявлено, что подавляющее большинство медицинских работников нарушают нормы, установленные СанПиН, поскольку 62% опрошенных стирают одежду 1 раз в неделю, 23% – 1 раз в две недели, тогда как нормы предписывают осуществлять стирку не менее 2-х раз в неделю. Лишь 6% респондентов следуют нормам (рисунок 1.10).

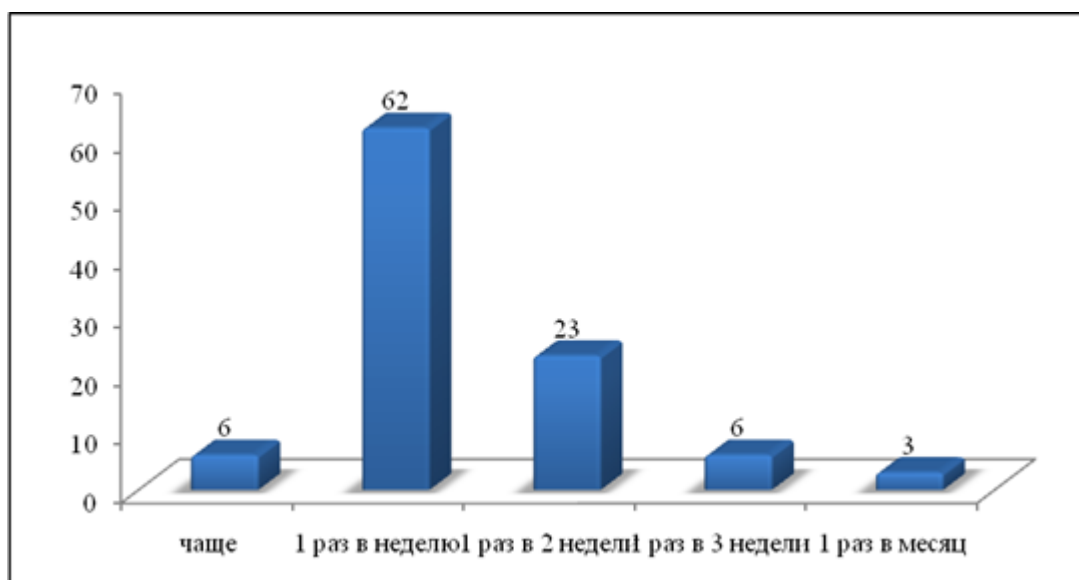


Рисунок 1.10 – Периодичность стирки медицинской одежды

В результате анализа пожеланий потребителей по качеству материала для одежды медицинского назначения было выявлено, что все респонденты единодушно признают важность таких показателей качества как:

- антибактериальность;
- воздухопроницаемость;
- стойкость к истиранию;
- внешний вид;
- устойчивость окраски;
- несминаемость;
- способность хорошо отстирываться;
- способность хорошо отглаживаться.

В следующем разделе данной главы приведен анализ требований нормативной документации, предъявляемых к тканям медицинского назначения.

1.3. Анализ требований нормативной документации, предъявляемых к тканям медицинского назначения

В настоящее время на территории Российской Федерации, Республики Казахстан, Республики Беларусь, Республики Армении, Кыргызской Республики действует единый документ, распространяющийся на изделия текстильной и легкой промышленности, – Технический регламент таможенного союза. Требования, предъявляемые к продукции текстильной и легкой промышленности, указаны в нескольких технических регламентах: в техническом регламенте «О безопасности продукции легкой промышленности» 017/2011 [13], в техническом регламенте «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» 007/2011 [14] и в техническом регламенте «О безопасности средств индивидуальной защиты» 019/2011 [15].

Основная цель Технического регламента таможенного союза – обеспечение безопасности потребителей.

Технический регламент «О безопасности продукции легкой промышленности» был утвержден решением комиссии таможенного союза 9 декабря 2011 года. Он контролирует обращение выпускаемой продукции легкой промышленности на всей территории трех государств. В техническом регламенте перечислена продукция, на которую распространяется данный документ. В данную область отнесены: материалы текстильные, одежда и изделия швейные и трикотажные, обувь, меховые изделия, искусственная кожа и т.д.

Действие данного Технического регламента не распространяется на одежду медицинского назначения. Следовательно, одежда медицинского назначения не подлежит обязательному подтверждению соответствия.

В таком случае, как правило, изготовители продукции могут пройти процедуру добровольной сертификации, либо оформить информационное письмо Всероссийского научно-исследовательского института сертификации, в котором документально подтверждается и заверяется, что изделия обязательной сертификации не подлежат.

Когда речь идет о тканях медицинского назначения, которые были подвержены определенным процедурам, таким, как обработка антибактериальными препаратами, многих покупателей начинает интересовать вопрос, соблюдены ли были все необходимые нормы при отделке тканей, а также, не может ли причинить вред само антибактериальное средство, нанесенное на материал.

Качество отделки определяется не только эффективностью действия препарата и степенью его удерживания на текстильном материале, но и его безопасностью для человека и окружающей среды [16].

Для этих целей в 1992 году в Цюрихе было создано Международное общество «Эко-Текс» – Единая система контроля и сертификации текстильных продуктов всех стадий переработки. «Эко-Текс стандарт 100» – основной стандарт в мире в области экологической сертификации текстильной продукции [17].

Наиболее проверяемым показателем является содержание свободного формальдегида на поверхности материала или изделия. Соответствующие нормы приводятся как в национальных, так и в международных стандартах. Крупные компании устанавливают для таких целей свои нормативы.

«Экотекс-100» приводит деление по классам текстильной продукции в соответствии с ее предназначением:

Класс 1. Изделия для детей.

Класс 2. Материалы в прямом контакте с кожей.

Класс 3. Материалы, не имеющие прямого контакта с кожей.

Класс 4. Декоративные материалы.

Для каждого из приведенных выше классов предъявляются свои требования к допустимым значениям норм таких параметров, как:

- свободный формальдегид;
- pH;
- пестициды;
- устойчивость окраски;
- запах;
- аллергенные красящие вещества и т.д.

В таблице 1.4 приведены основные требования стандарта «Экотекс-100» предъявляемые к продукции текстильной и легкой промышленности [16].

Таблица 1.4 – Требования стандарта «Экотекс-100»

Класс продукции	I Детский ассорти- мент	II Прямой кон- такт с кожей	III Без прямого контакта с кожей	IV Отделочные материалы
Величина pH	4,0 – 7,5	4,0 – 7,5	4,0 – 9,0	4,0 – 9,0
Пестициды [ppm]				
В сумме (включая PCP/TeCP)	0,5	1,0	1,0	1,0
Красители				
Расщепляющиеся ариламины	Не используются, предел: до 20 ppm			
Аллергены	Не используются, предел: до 0,006%			
Устойчивость окраски				
К воде	3	3	3	3
К сухому трению	4	4	4	4
К кислому и щелочному поту	3-4	3-4	3-4	3-4
Выделение летучих веществ [мг/м ³]				
Формальдегид	0,1	0,1	0,1	0,1
Летучие органические веще- ства	0,5	0,5	0,5	0,5
Ароматические углеводороды	0,3	0,3	0,3	0,3
Определение запахов				
Общее	Отсутствие ненормального запаха			
SNV 195651	4			4

В результате социологического опроса, проведенного среди работников медицинских учреждений, большинство из них ответили, что предпочитают носить медицинские изделия, как «второй слой». Это связано с тем, что при пошиве медицинских халатов используются смесовые ткани с вложением химических волокон. Многие сотрудники испытывали дискомфорт при использовании халатов как изделий первого слоя.

На одежду медицинского назначения распространяются ГОСТ 24760 «Халаты медицинские женские. Технические условия» и ГОСТ 25194 «Халаты медицинские мужские. Технические условия» [18,19]. В стандартах дается подробное описание, инструкции и требования по изготовлению медицинских халатов.

В документах перечислены материалы, из которых должны изготавливаться медицинские халаты: бязь отбеленная и гладкокрашеная, ткань сорочечная отбеленная и гладкокрашеная, ткань сорочечная гладкокрашеная, сатин отбеленный и гладкокрашенный, ситец гладкокрашенный зеленого цвета, и дается ссылка на стандарты, регламентирующие требования к этим материалам (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Требования, предъявляемые к тканям, предназначенным для изготовления медицинских халатов

Наименование материала	Нормативная документация	Назначение материала
1. Бязь отбеленная и гладкокрашеная	ГОСТ 29298-2005, ГОСТ 12.4.100-80	Для изготовления халатов
2. Ткань сорочечная отбеленная и гладкокрашеная	ГОСТ 29298-2005	То же
3. Ткань сорочечная гладкокрашеная	ГОСТ 11518	То же
4. Сатин отбеленный и гладкокрашенный	ГОСТ 29298-2005	То же
5. Ситец гладкокрашенный зеленого цвета, арт 23	ГОСТ 29298-2005	Для изготовления халатов по госзаказу
6. Пуговицы пластмассовые диаметром 17-22 мм	ОСТ 17-699-83	Для застегивания халатов и манжет (кроме изделий госзаказа)

В качестве нормативных документов на ткани для изготовления медицинской одежды указаны ГОСТ 29298 и ГОСТ 11518.

ГОСТ 29298-2005 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия» распространяется на хлопчатобумажные и смешанные ткани, используемые для изготовления изделий плательного, сорочечного и бельевого назначений [20].

В стандарте установлены требования по устойчивости окраски (к воздействию стирки, пота, сухого трения, глажения, органических растворителей), по изменению линейных размеров после мокрых обработок (таблица 1.6), приведены допускаемые отклонения по ширине.

Таблица 1.6 – Изменение размеров после мокрой обработки тканей

Наименование ткани	Изменение размеров после мокрой обработки, %, не более	
	По основе	По утку
Плательные (для платьев, блузок, платьев-костюмов, халатов, рубашек):		
- с малосминаемой отделкой, с отделкой «легкое глажение»	-2,0	±2,0
- с противоусадочной химической отделкой	-3,5	±2,0
- с малосмываемым аппретом на основе термо-реактивных смол	-5,0	±2,0

В стандарте регламентированы значения по физико-гигиеническим показателям: воздухопроницаемости, гигроскопичности, удельному поверхностному электрическому сопротивлению и содержанию свободного формальдегида (таблица 1.7).

В таблице 4 ГОСТ 29298 приведены допустимые нормы для разрывной нагрузки и стойкости к истиранию по плоскости. Для тканей плательного назначения нормы значений для показателя стойкости к истиранию не указаны.

Таблица 1.7 – Физико-гигиенические показатели тканей

Наименование ткани	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, не менее	Гигроскопичность, %, при относительной влажности 98%, не менее	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	Содержание свободного формальдегида, мкг/г, не более
Плательные:				
хлопчатобумажные	100	15,0	—	300
смешанные	100	12,0	10^{12}	300

ГОСТ 11518 «Ткани сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи. Общие технические условия» распространяется на готовые и суровые сорочечные ткани бытового и ведомственного назначения [21].

В стандарте приведена таблица с указанием норм по физико-механическим и физико-химическим показателям (таблица 1.8). Среди них: поверхностная плотность, ширина ткани, устойчивость окраски, степень белизны, изменение размеров после мокрой обработки, разрывная нагрузка, пиллингуемость, несминаемость, стойкость к раздвигаемости нитей, стойкость к истиранию по плоскости, гигроскопичность, воздухопроницаемость [22].

Таблица 1.8 – Физико-гигиенические и физико-химические показатели тканей

Наименование показателя	Норма для тканей, выработанных по основе		
	из химических нитей бытового назначения	из смешанной пряжи	
		бытового назначения	ведомственного назначения
Поверхностная плотность, г/м ²	до 130	до 150	до 190
Степень белизны, %, не менее	80	80	80
Изменение размеров после мокрой обработки, %, не более:			
по основе	-3,5	-3,0	-3,5
по утку	±2,0	±2,0	±2,0
Пиллингуемость, число пиллей на 10 см ² , не более	3	3	3
Несминаемость, %, не менее	30	58	50
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	По ГОСТ 22542	–	–
Гигроскопичность, %, не менее, для тканей:			
из полиэфирно-хлопковой пряжи	–	4,0	–
для остальных	5,0	5,0	–
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с, не менее	150	300	–

В последнее время все больше внимания уделяется разработке тканей медицинского назначения с антимикробными свойствами. Об этом говорят и результаты исследований потребительских предпочтений относительно тканей медицинского назначения: все респонденты в результате анализа пожеланий потребителей

по качеству материала единодушно признают важность показателя «антибактериальность».

В следующем разделе приведен анализ биоцидных препаратов и методов обработки тканей медицинского назначения.

1.4. Анализ биоцидных препаратов и методов обработки тканей медицинского назначения

В настоящее время амбулаторно-поликлинические учреждения являются крупнейшими центрами обслуживания пациентов по всей стране. Согласно статистическим данным [23], приведенным в Государственной программе развития здравоохранения на 2012–2020 гг., амбулаторно-поликлинические учреждения Департамента здравоохранения города Москвы включают 483 городские поликлиники, в которые за медицинской помощью регулярно обращаются 6 миллионов застрахованных москвичей (это половина жителей столицы). Среднее число посещений амбулаторно-поликлинических учреждений на 1 жителя в год составило по данным 2014 года: по РФ – 9,1; по г. Москве – 12,4 [24].

По статистическим данным, опубликованным бывшим главным государственным санитарным врачом Г. Г. Онищенко, удельный вес внутрибольничных инфекций (ВБИ), приходящийся на амбулаторно-поликлинические учреждения составляет 15,6% [25].

Этот показатель опережают только родильные дома, удельный вес ВБИ которых составляет 46,4%, на третьем месте находятся хирургические стационары (15,4%).

Согласно определению всемирной организации здравоохранения [26], внутрибольничные инфекции – любые клинически выраженные заболевания микробного происхождения, поражающие больного в результате его госпитализации или посещения лечебного учреждения с целью лечения, а также больничный персонал в силу осуществления им деятельности, независимо от того, проявляются или не проявляются симптомы этого заболевания во время нахождения данных лиц в стационаре.

Внутрибольничные инфекции можно классифицировать в зависимости от путей передачи на: воздушно-капельные (аэрозольные), контактно-бытовые, контактно-инструментальные, постинъекционные и другие формы [27].

Среди методов противостояния и борьбы с внутрибольничными инфекциями выделяют методы придания и нанесения антибактериальных и антисептических препаратов на ткани, изготавливаемые для медицинских работников. В зависимости от природы получения антисептические средства, применяемые для текстильных материалов, можно разделить на [28]:

- 1) неорганические соединения;
- 2) биоорганические соединения;
- 3) органические соединения.

В группу *неорганических соединений*, которые используются при создании текстильных материалов с антимикробными свойствами в основном входят соединения таких металлов, как медь, серебро, хром, цинк, кальций и другие.

Медь – один из металлов, который широко используется в медицине при работе с текстильными материалами. В статье [29] описывается процесс добавления меди, как вспомогательного вещества, при работе в группе вместе с целлюлозой и фурагином, целлюлозой и хлоргексидином, целлюлозой и катамином АБ (используется для обработки в хирургии).

К группе *биоорганических соединений* относятся, прежде всего, различные антибиотики. Среди них можно выделить антибиотик группы «амфениколы» – линимент синтомицина, который используется при работе с медицинским текстилем.

В группу *органических соединений* можно отнести соединения абиогенного характера – нитрофурановые средства, спирты, фенольные производные, красители и т.д.

Нитрофураны относятся к антибактериальным средствам. В эту группу входят такие широко известные препараты, как фурацилин, фуразолидон, фурагин и т.д.

Одним из самых популярных веществ, применяемых при создании медицинских тканей с антибактериальными свойствами, является соединение триклозан, входящее в группу ароматических производных фенола, которое обладает антибактериальными свойствами.

В статье [29] рассмотрены несколько вариантов препаратов для создания лечебного белья и текстильных материалов с антимикробными свойствами. В качестве средства, придающего материалу антимикробные свойства, был выбран фурагин. Разработанная технология оказалась очень эффективной, и с помощью испытаний было доказано, что лечебные свойства не смываются с изделия в течение 40 и более стирок. Это является очень большим преимуществом в использовании именно данного средства. Для сравнения серебро теряет свои антибактериальные свойства уже после 3–5 стирок.

Производство тканей с антибактериальными свойствами, как правило, состоит из двух этапов: механической и химической технологий.

Многие производители предпочитают добавлять антибактериальные препараты в волокна на стадии их формования. Примером служит англо-итальянская компания Novaceta, которая изготавливает ткань «Silfresh» [30]. В качестве антибактериального агента компания использует триклозан, добавляемый в ацетатные волокна.

В статье [31] приведены результаты испытаний антимикробной активности вещества в зависимости от его распределения на поверхности текстильного материала. Объектом исследования была выбрана смешанная ткань, содержащая шерсть, лавсан и капрон. В качестве препаратов для борьбы с вредоносными микроорганизмами автор использовал моющие средства и красители. Красители оказались более эффективными по сравнению с моющими средствами. Если последние почти совсем себя не проявили, то красители показали хороший результат. В таблицах 1.9 и 1.10 приведены результаты исследований по изучению влияния способов нанесения препаратов на антимикробные свойства текстильных материалов.

Из таблицы 1.9 видно, что показатели грибостойкости после промывки образцов увеличиваются. Это объясняется тем, что красители после промывки полностью не удаляются, что способствует проявлению высоких антимикробных свойств при небольшой концентрации нанесенных веществ и низких значениях показателя устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям.

Таблица 1.9 – Результаты определения грибостойкости материала после окрашивания

Краситель	Концентрация, %	Грибостойкость, балл		
		Пропитка	Крашение	
			до промывки	после промывки
Бриллиантовый желтый	3	-	-	4
	1	0	3	4
Протравной желтый	3	-	-	4
	1	0	3	4
Однохромовый оранжевый 4К	3	-	-	4
	1	0	2	4
Кислотный бордо	1,5	-	-	4
	1	0	2	4
Кислотный синий 2К	1,5	-	-	4
	1	0	3	4
Кислотный сине-черный	1,5	-	-	4
	1	0	2	4
Хромовый желтый К	1,5	-	-	0
	1	0	0	0

Из таблицы 1.10 видно, что наиболее эффективным является этап пропитки образца. После крашения, значения показателей снижаются. На окрашенном промытом образце образуется барьер, который останавливает распространение микроорганизмов. Результаты данных таблица 1.9 показывают, что в качестве антибактериального средства на текстильный материал могут быть нанесены красители методом пропитки.

Таблица 1.10 – Результаты определения сопротивляемости золотистому стафилококку и кишечной палочке на окрашенном промытом образце

Краситель	Концентрация, %	Зона задержки роста микроорганизмов, мм			
		Пропитка		Крашение, промывка	
		Золотистый стафилококк	Кишечная палочка	Золотистый стафилококк	Кишечная палочка
Бриллиантовый желтый	1	2	2	0	0
Протравной желтый	1	3	2	0	0
Однохромовый оранжевый 4К	1	3	2	0	0
Кислотный бордо	1	2	2	0	0
Кислотный синий 2К	1	2	3	0	0
Кислотный сине-черный	1	2	2	0	0
Хромовый желтый К	1	3	2	0	0

Самый важный этап технологии придания материалу антимикробных свойств – это заключительная отделка.

Биоцидные отделки текстильных материалов можно разделить на следующие виды [32]:

- антимикробная;
- противогрибковая;
- антигнилостная;
- противоаллергенная;
- репеллентная.

Антимикробная отделка задерживает рост патогенных бактерий, *противогрибковая* отделка борется с ростом плесневых микроорганизмов, *антигнилостная* защищает материал при работе с водой и землей, *противоаллергенная* отделка защищает от пылевого клеща, а *репеллентная* противостоит кровососущим насекомым [32].

В литературном источнике [33] приводится разделение *антимикробных* препаратов на две группы:

- мигрирующие;
- немигрирующие.

Мигрирующие препараты прочно закрепляются на структуре материала. Биологически активное вещество препарата способно передвигаться и тем самым бороться с размножением микробов, блокируя их пути передвижения и питания. Существенным недостатком *мигрирующих препаратов* является возможный переход на кожу человека, что негативно сказывается на здоровье [33]. Триклозан является *мигрирующим* препаратом, однако его вред сведен к минимуму и препарат не представляет никакой опасности. К *немигрирующим* препаратам можно отнести серебро.

Технологический процесс обработки текстильных изделий состоит в правильном введении используемого антибактериального препарата в последнюю промывную ванну или в плюсовальную машину с отделочным раствором.

Данный процесс применяется при нанесении пропитки швейцарской компанией «Sanitized AG», технологию которой использует предприятие «Чайковский текстиль». Для изготовления тканей с антибактериальными свойствами «Чайковский текстиль» применяет специальную отделку швейцарской компании AntiBacterial [34].

Компания «Sanitized AG» – первая в Европе начала поставки текстильных изделий, обработанных серебром. Это как раз тот редкий случай, когда серебро не вымывается из изделия практически сразу, а работает на протяжении многих стирок (если стирать при температуре 30-60 градусов по Цельсию) [35].

В статье [36] рассматривается процесс взаимодействия nano-частиц швейцарского препарата Sanitized T99-19, в основу которого входят nano-частицы серебра, с текстильным волокном и принцип его работы. При контакте с волокном препарат образует ковалентную связь и надежно закрепляется на волокне. Препарат Sanitized T99-19 образует вертикальную упорядоченную nano-структуру и реагирует на микроорганизмы, находящиеся вблизи с текстильным материалом. На

рисунке 1.4 показано, как наружная мембрана клетки микроорганизма подвергается разрушению, и микроорганизм погибает.

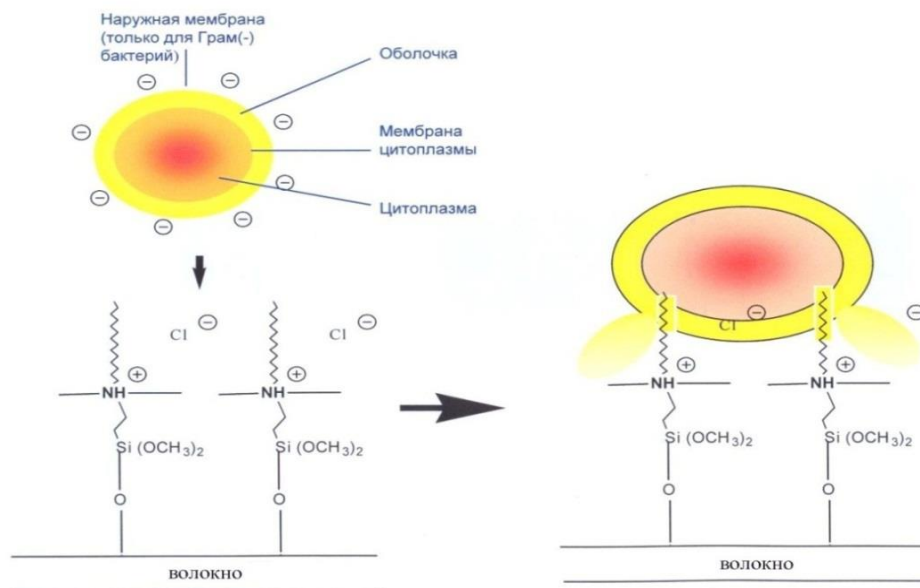


Рисунок 1.11 – Принцип взаимодействия препарата с микроорганизмом

Заключение по результатам испытаний опытных образцов, обработанных антимикробным препаратом «Sanitized T99-19», которое было выдано в центре государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства обороны Российской Федерации, свидетельствует о том, что образцы хорошо противостоят в борьбе с золотым стафилококком и незначительно борются с кишечной палочкой [37].

В статье [38] говорится об открытии, которое удалось совершить израильским ученым, работая с нано-частицами цинка и меди. Эти элементы были выбраны, как средства, хорошо противостоящие и убивающие микробы. Основной задачей эксперимента было расщепить данные элементы на нано-частицы, чтобы те без труда проникли в структуру ткани. Для этого на элементы действовали звуковые волны при очень большом давлении и температуре. В результате под действием звуковых волн образуются пузыри, которые увеличиваются в размерах. Когда они лопаются, создаются нано-частицы. Главное достижение в том, что ткань остается защищенной и после 65 стирок, что очень важно для использова-

ния в медицинских учреждениях. До этого метода была открыта антибактериальная бумага, покрытая окисью серебра, но было доказано, что окись серебра обладает большой токсичностью, поэтому его дальнейшее использование было запрещено.

Ученые университета Стамбула проводили исследование действия сложной пространственной молекулы на базе хлорида аммония на такие микроорганизмы, как *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumonia* [39-42]. В эксперименте проводилось сравнение между образцами нулевой и первой стирки. В качестве образцов были взяты ткани из обычного магазина с сырьевым составом 62% хлопок – 38% полиэстер.

Действующее вещество было нанесено уже на готовые ткани, приобретенные в магазине.

Испытания проводились в соответствии с требованиями стандарта EN ISO 20645:2004. Результаты полученных данных приведены в таблице 1.11[39].

Таблица 1.11 – Результаты действия препарата на микроорганизмы в зависимости от количества стирок

Количество стирок	Зона задержки (мм)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>
0 стирка	3,5 ±0,04 мм	0 мм, незначительный рост	0 мм, незначительный рост
после 5 стирок	0 мм, нет роста	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
после 10 стирок	0 мм, нет роста	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
после 20 стирок	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
не обработанные образцы (контрольные)	0 мм, без сокращения роста	0 мм, без сокращения роста	0 мм, без сокращения роста

Результаты таблицы 1.11 показывают, что образец способен противостоять золотистому стафилококку вплоть до 20 стирок. На нулевой стирке образец проявляет антибактериальные свойства, а после пятой стирки он не допускает раз-

множение бактерий, что тоже является хорошим показателем. Что касается кишечной палочки и палочки Фридлендера, то здесь дела обстоят хуже. Образец способен бороться с бактериями до 5 стирок включительно.

Российские ученые разработали способ получения nano-частиц серебра и предлагают данное средство в борьбе с вредоносными микроорганизмами. Данный метод был предложен учеными Института nano-технологий международного фонда конверсии. Препараты называются «AgБион». Главный действующий компонент, входящий в основу концентрата – наночастицы серебра, размерами от 3 нм до 16 нм. В описании к препарату указаны виды микроорганизмов, на которых проверялась эффективность его действия. Среди них: стафилококк, кишечная палочка, синегнойная палочка, сальмонелла, кандида и др. [43]. Однако результаты по устойчивости действия препарата на поверхности ткани не приведены в литературе.

Самой простой технологией получения тканей с антибактериальными свойствами является нанесение раствора на готовые ткани. Это может быть как орошение поверхности материала, либо его помещение в раствор на определенное время.

В диссертации [44] используются две технологии обработки текстильных материалов. Первая технология – нанесение аэрозоля. Он наносится на две пробы – сухую и мокрую. Перед нанесением аэрозоля стирают обе пробы, затем одну из них помещают в термостат. После того, как обе пробы приготовлены, с помощью пульверизатора на них наносили следующую композицию (Ag 0,0035%-ный + стабилизатор – сополимер акриловой кислоты и акриламида 0,05%-ный + Катамин АБ 0,25%-ный + йодид калия КJ 0,08%-ный). Вторая технология – окунание проб в раствор. Здесь также используются два образца – сухой и мокрый. Ткани помещают в раствор с температурой $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, продолжительность замочки автор не указал. Недостатком такого метода является потеря материалом свойством уже после первых стирок и окончательное вымывание композиции уже к третьей стирке.

В работе [44] приведена таблица антисептических свойств тканей, обработанных разными технологиями. Из таблицы видно, что в целом эффективней всего оказался метод нанесения аэрозоля на сухой образец при помощи пульверизатора (таблица 1.12).

Таблица 1.12 – Антисептические свойства образцов ткани, обработанных аэрозольным способом и окутанием

Способ обработки образцов	Зона задержки роста тест культур бактерий, мм		
	E. Coli	B. lich.	St. Aureus
Погружение сухого образца в рабочий раствор	1	10	8-9
Предварительное увлажнение образца ткани до 70-86% с последующим погружением в рабочий раствор	1	10	10
Нанесение рабочего раствора на сухой образец методом напыления до увеличения массы образца на $80\% \pm 2\%$;	2-1	8	6-7
Нанесение рабочего раствора на увлажненный образец методом напыления до увеличения массы образца до $150\% \pm 2\%$.	3-4	11-12	10-11

В настоящее время разрабатывается и уже используется большое количество технологий нанесения биоцидных препаратов на поверхность или в структуру текстильного материала. Из приведенного материала можно сделать вывод о том, что наиболее резистентным в борьбе с вредоносными микроорганизмами является такой текстильный материал, который сохраняет свои антибактериальные свойства на протяжении нескольких стирок. Разработка такого материала представляет большой научный интерес и практическую значимость.

Проведенный анализ тканей медицинского назначения показал, что ассортимент продолжает развиваться, появляются новые ткани с улучшенными потребительскими свойствами. Для совершенствования ассортимента медицинских тканей необходимо проводить исследование потребительских предпочтений, проводить анализ требований нормативных документов. В этих условиях возникает необходимость постоянно проводить сравнительный анализ качества тканей с целью выбора оптимального варианта. Это может быть сделано с использованием различных методов измерения и оценки показателей качества. В следующем раз-

деле литературного обзора приведен анализ методов оценки качества тканей медицинского назначения.

1.5. Методы оценки качества тканей медицинского назначения

Оценка уровня качества – это совокупность операций, включающих выбор номенклатуры определяющих показателей качества, определение их численных значений, выбор и обоснование базовых показателей, сравнение фактических показателей качества с базовыми с целью обоснования наилучших решений, реализуемых при управлении качеством продукции. Ее осуществляют для следующих целей: для оценки качественных градаций продукции, выбора наилучшего результата планирования повышения уровня качества продукции, анализа динамики уровня и контроля качества продукции, обоснования мер стимулирования улучшения качества продукции [45].

Для оценки уровня качества продукции применяют дифференциальный, комплексный и смешанный методы.

При оценке качества по стандартам за базовые показатели берутся нормы стандарта.

Дифференциальный метод оценки качества осуществляется путем сопоставления единичных показателей качества оцениваемой продукции с единичными базовыми значениями, установленными для данного вида продукции.

Такое сопоставление удобно производить, подсчитывая относительные показатели качества продукции. Если все показатели окажутся больше единицы, то оцениваемая продукция соответствует базовому образцу. Если хотя бы один из них будет меньше единицы, то продукция не соответствует базовому образцу.

Комплексный метод оценки качества продукции основан на использовании одного обобщенного показателя, в котором объединен комплекс показателей, выбранных для оценки качества продукции. Для этого определяющие показатели качества пересчитывают в безразмерные и с учетом их коэффициентов весомости вычисляют обобщенный комплексный показатель. Пересчет размерных показате-

лей качества в безразмерные может быть осуществлен с помощью рангов, баллов, относительных показателей качества и показателей желательности.

Смешанный метод основан на использовании единичных и комплексных показателей качества [46, 47]. Его применяют тогда, когда совокупность показателей качества велика и один комплексный показатель недостаточно полно характеризует все особенности продукции. При смешанном методе оценки качества рекомендуется сначала часть единичных показателей объединять в группы и для каждой группы определять комплексный показатель. Наиболее значимые показатели допускается не объединять в группы, а учитывать их в дальнейшем анализе, как единичные. На основе полученной совокупности комплексных и единичных показателей уровень качества продукции оценивают дифференциальным методом.

Выбор номенклатуры определяющих показателей качества – первый этап общей оценки качества тканей медицинского назначения. В настоящее время отсутствует перечень показателей качества для медицинских тканей.

Для этих целей используют ГОСТ 4.3 «Система показателей качества продукции. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные и смешанные бытового назначения. Номенклатура показателей» [48] и ГОСТ 4.51 «Система показателей качества продукции. Ткани и штучные изделия бытового назначения из химических волокон. Номенклатура показателей» [49] исходя из сырьевого состава медицинских тканей. При этом учитывается, что ткани медицинского назначения относятся к подгруппе платьевых или сорочечных тканей.

Таблица 1.13 – Перечень показателей качества для хлопчатобумажных и смешанных тканей медицинского назначения

Наименование показателя	Ткани плательные	
	Для платьев, блузок, халатов, рубашек	Для верхних сорочек
Обязательные		
Разрывная нагрузка	+	+
Усадка после стирки	+	+
Стойкость к истиранию по плоскости	–	+
Белизна для отбеленных тканей	+	+
Степень мерсеризации	+	+
Водоупорность	–	–
Водопоглощение	–	–
Капиллярность	–	–
Жесткость	–	–
Несминаемость для тканей с малосминаемой отделкой	+	+
Прочность закрепления петель	–	–
Аппрет	+	+
Стойкость к истиранию на сгибах	–	+
Вязкость раствора целлюлозы	–	+
Удлинение	–	–
Специализированные обязательные		
Воздухопроницаемость	–	–

ГОСТ 4.3 устанавливает номенклатуру ПК для хлопчатобумажных и смешанных тканей. В стандарте ПК подразделяются на обязательные и специализи-

рованные обязательные (таблица 1.13). Знак «+» обозначает применяемость данного показателя, знак «–» не применяемость.

К обязательным ПК для медицинских халатов также относятся [48]: линейная плотность пряжи, наименование волокон, входящих в пряжу, и их содержание, наименование составляющих пряж и химических комплексных нитей, ширина ткани или размеры изделий, поверхностная плотность ткани или масса целого изделия, плотность, устойчивость окраски (для окрашенных тканей), художественно-колористическое оформление, переплетение.

ГОСТ 4.51 устанавливает номенклатуру ПК тканей из химических и из смеси химических волокон с хлопком (содержание хлопкового волокна до 50%) [49]. Перечень ПК тканей медицинского назначения, указанный в стандарте, представлен в таблице 1.14. Знак «±» обозначает ограниченную применяемость соответствующих ПК.

Таблица 1.14 – Перечень ПК для тканей медицинского назначения, выработанных из химических волокон

Наименование показателя	Ткани плательные и плательно-костюмные
1	2
Поверхностная плотность	+
Устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям	+
Изменение размеров после мокрой обработки, замочки, влажно-тепловой обработки, химической чистки	+
Разрывная нагрузка	+
Пиллингуемость	±
Удлинение при разрыве	–
Жесткость	–
Наименование нитей, пряжи и массовая доля волокон в пряже	+
Результирующая номинальная линейная плотность пряжи, нитей	+
Число нитей на 10 см по основе и утку	+
Несминаемость	+
Стойкость к раздвигаемости	±
Осыпаемость	±
Стойкость к истиранию по плоскости	±

Окончание таблицы 1.14

1	2
Водоупорность	—
Раздирающая нагрузка	—
Стойкость к истиранию на сгибах	—
Гигроскопичность	—
Воздухопроницаемость	±
Показатели соответствия художественно-колористического оформления, структуры, отделки тканей современному направлению моды	+
Белизна (для отбеленных тканей)	+
Ширина ткани или размеры штучного изделия	+

В качестве нормативных документов на ткани для изготовления медицинской одежды используются ГОСТ 29298 и ГОСТ 11518, в которых устанавливаются показатели качества и регламентируются нормы для этих показателей (см. пункт 1.3).

Анализ нормативной документации установил, что для тканей медицинского назначения отсутствует номенклатура показателей качества, используется ограниченный набор показателей, отсутствует оценка весомостей определяющих показателей качества.

В последнее время изучением вопросов разработки и совершенствования методов оценки качества занимались следующие авторы, работы которых приведены ниже.

В работе [50] была рассчитана комплексная оценка качества, а также исследование ПК специальной одежды, предназначенной для спасателей МЧС. После проведенных двух туров экспертного опроса, определяющими показателями качества были выбраны: стойкость к разрыву, стойкость к раздиранию, стойкость к истиранию по плоскости, гигроскопичность, проницаемость масел и жиров, огнестойкость и др.

Экспертный опрос проводился автором только среди сотрудников МЧС, которые не совсем знакомы с терминами и определениями показателей, принятых в

текстильном материаловедении. Это могло повлиять на окончательные результаты исследований.

Автор работы [51] занимался развитием методов количественной оценки качества тканей. Автором предложена методология, объединяющая два подхода к количественной оценке качества (по стандартам и на основе применения методов квалиметрии), сформирован алгоритм для комплексного непрерывного определения качества тканей с учетом физико-механических показателей и дефектов внешнего вида, получена взаимосвязь между качеством и ценой, позволяющая получить конкурентную цену на рынке.

Работа следующего автора [52] посвящена разработке методов сравнительной оценки качества и надежности плащевых тканей. Для математического описания данных в качестве статистической модели он выбрал законы распределения ОПК с использованием построения вероятностных бумаг. В 4 главе работы приводятся расчеты сравнительной оценки качества и надежности плащевых тканей дифференциальным и комплексными методами, рассмотрено теоретическое исследование соотношения «качество-цена» с использованием метода теории исследования операций.

Изучив стандарты [19-21], распространяющиеся на ткани медицинского назначения, можно сделать вывод о том, что в стандартах предусмотрена дифференциальная оценка показателей качества, которая не позволяет проводить сравнительную оценку тканей медицинского назначения.

Рассмотрев номенклатуру показателей (ГОСТ 4.3 и ГОСТ 4.51), а также нормы по физико-механическим и физико-химическим показателям для исследуемых тканей (ГОСТ 29298 и ГОСТ 11518) можно отметить, что для тканей медицинского назначения отсутствует номенклатура показателей качества. Для этих тканей используется ограниченный набор показателей, не учитывающий антибактериальные свойства тканей, отсутствует оценка весомостей определяющих показателей качества, не позволяющая проводить комплексную оценку качества тканей медицинского назначения. В стандартах нет разделения между нормами пока-

зателей качества тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник и больничных учреждений.

В действующих стандартах приведены нормы значений для готовых тканей медицинского назначения, которые еще не были в эксплуатации. Вызывает практический интерес оценка качества исходных образцов и образцов, находящихся в эксплуатации, т.е. подвергшихся изнашиванию, изучение изменения значений показателей качества, различных факторов износа.

1.6. Изнашивание тканей медицинского назначения

При эксплуатации тканей медицинского назначения происходит изменение структуры материала, ухудшаются его свойства под действием различных факторов. Происходит изнашивание тканей, сопротивление изнашиванию – износостойкость.

Износ – результат изнашивания тканей, проявляющийся в видимом разрушении или ухудшении свойств материала [53].

В основном износ текстильных материалов изучается либо наблюдением за изнашиванием готовой продукции при опытной носке, либо в лаборатории при помощи моделирования на приборах условий эксплуатации [54].

Изучение факторов износа – важное условие при исследовании процесса износа.

А. Н. Соловьев классифицировал различные факторы износа [55]:

- 1) физико-химические (свет, вода, моющая жидкость и т.д.);
- 2) механические (истирание, действие многократных деформаций, смятие и др.);
- 3) биологические (разрушение под действием различных микроорганизмов и насекомых);
- 4) комбинированные (стирка, истирание, светопогода и т.д.)

Изучением темы износа текстильных материалов в последние годы занимались следующие авторы.

В работе [56] рассмотрено влияние различных факторов износа на физико-механические свойства тканей, использованы методы теории подобия, позволяющие определить длительность изнашивающих воздействий, применяемых к тканям. В работе также проведен сравнительный анализ соответствия расчетных и экспериментальных данных, который подтверждает правильность использования разработанных методов прогнозирования.

Автором работы [57] была рассмотрена износостойкость тканей ведомственного назначения, получены математические зависимости стойкости тканей к истиранию в зависимости от параметров строения, процентного содержания химических волокон, а также действия светопогоды.

В работе [58] автор занимается разработкой экспрессного метода оценки износостойкости комплексного текстильного обивочного материала. Данный метод представлен в двух вариантах: в первом случае пробы подвергают последовательному действию многократного растяжения в продольном и поперечном направлениях, истирания по плоскости и инсоляции, во втором случае пробы подвергают воздействию комплекса механических факторов, затем их облучают. Автор проводит расчет экономического эффекта от внедрения в производство нового материала. В работе приводятся исследования по определению лабораторного моделирования изнашивания и опытной носки, посчитан коэффициент корреляции, находящийся в диапазоне от 0,72 до 0,99, что является результатом тесной сходимости результатов.

Исследование изнашивания тканей при помощи моделирования лабораторных и опытных носок является актуальным направлением. Выбор подходящих условий проведения лабораторного моделирования изнашивания помогает заменить дорогостоящее, трудоемкое и продолжительное исследование путем использования опытной носки.

В книге [54] описаны условия проведения опытной носки бельевого трикотажа. Для проведения эксперимента было изготовлено 120 изделий (по 30 изделий каждого артикула). Во время проведения опытной носки определялись следующие показатели: стойкость к истиранию, прочность при продавливании образцов

шариком, а также, проводилась визуальная оценка исследуемых образцов. Данные показатели определялись после 1, 3, 5, 10, 15, 25 и 35 циклов носки. Один цикл опытной носки состоял из трех дней эксплуатации и одной стирки в лабораторных условиях. Дефекты начали появляться после трех циклов носки, заметное утонение проявилось к 25 стирке. 65% изделий из кулирного трикотажа после 35 стирки стали непригодны для дальнейшего использования. Наиболее интенсивное снижение износостойкости наблюдается в течение первых пяти циклов, значение показателя стойкости к истиранию снижается на 37-45%, разрывная нагрузка при продавливании шариком – на 9-24 %. К 15 стирке данные показатели критериев снижаются на 56-58% и 16-30%. После 35 стирки значения показателя стойкости к истиранию составляют 72-76%, разрывная нагрузка при продавливании шариком – 28-37%.

В статье [59] проводилось исследование изменения свойств плательных тканей в опытной и лабораторной носке. Один цикл опытной носки для 8 образцов исследуемых тканей различного сырьевого состава состоял из 5 дней носки и одной стирки. Кинетика износа изучалась после первой, пятой, десятой, пятнадцатой, двадцатой, двадцать пятой стирки. После каждого цикла определялись следующие показатели: стойкость к истиранию, разрывная нагрузка и разрывное удлинение, воздухопроницаемость, светопроницаемость, толщина, поверхностная плотность, число нитей на 10 см и др. Однако автор не указал окончательные результаты проведенного эксперимента.

В справочнике [60] авторами была рассмотрена взаимосвязь между износостойкостью тканей в опытной эксплуатации и на лабораторных приборах. В работе были использованы 10 вариантов тканей для школьной формы различных по сырьевому составу и структуре. В качестве критерия степени истирания и износа тканей был выбран показатель толщины. Для получения зависимости изменения толщины тканей в результате истирания проводили измерение в 5 точках истертой поверхности. Значения толщины находили после 500, 1000, 3000, 7000, 12000 оборотов. Результаты измерений толщины исследуемых образцов показали постепенное уменьшение значений данного показателя. По графическому изобра-

жению результатов изменения толщины визуально заметно, что наибольшее уменьшение данного показателя происходит за первые полгода эксплуатации.

В таблице 1.15 приведены основные работы по изучению лабораторного моделирования и опытных носок.

Изучением свойств тканей медицинского назначения в последние годы занимались следующие авторы.

В работе [61] проведены исследования свойств нетканых полотен с антимикробными свойствами для изделий медицинского назначения. В качестве биоцидного препарата автором использовался катамин АБ в сочетании с йодистым калием, метод нанесения препарата – обрызгивание готового материала. Полученный материал обладает способностью противостоять в борьбе с золотистым стафилококком, кишечной палочкой, дрожжеподобным грибом на протяжении шести мокрых обработок.

Автор работы [62] занимается современной разработкой подходов к проектированию ассортимента одежды для медицинского персонала. Основным направлением работы было связано с прогнозированием сроков службы профессиональной одежды для медицинских работников. В частности, автор занимался разработкой конструкции швов изделий с технологическими параметрами, деформации которых были приближены к деформациям тканей.

В работе были даны рекомендации по использованию прибавок на свободу облегания медицинских изделий, просчитан экономический эффект от использования данной технологии.

Проведенный анализ литературных источников показал, что по изучению свойств тканей медицинского назначения, разработанных для сотрудников поликлиник, проведено недостаточно исследований. Практически нет информации о результатах исследований опытной носки и лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения для работников поликлиник. Данный вид исследований представляет не только научный, но и практический интерес для совершенствования ассортимента тканей медицинского назначения, используемых для одежды работников поликлиник.

Таблица 1.15 – Основные работы по изучению лабораторного моделирования и опытных носок

Ис-точ-ник	Вид образца	Фактор износа	1 цикл лабораторного моделирования	1 цикл опытной носки	Критерии износа	Результаты испытаний
1	2	3	4	5	6	7
[54]	Бельевой трикотаж, выработанный из хлопко-вискозной пряжи	Стирка	1 цикл истирания, 1 стирка	3 дня эксплуатации и 1 стирка в лабораторных условиях	Стойкость к истиранию, прочность при продавливании шариком	Сравнение результатов износостойкости трикотажа после опытной и лабораторной носки показывает близкую сходимость. Сопоставление кинетических характеристик относительного износа показывает их одинаковую закономерность. Лабораторная носка продолжительностью 3-4 дня придает трикотажу разной структуры такую же величину износа, как и естественная носка в течение 1,5-2 лет.

Окончание таблицы 1.15

1	2	3	4	5	6	7
[59]	Ткани плательные: ситец, поплин, хлопок со льном, лен с лавсаном, шерсть с нитроном, крепдешин, плотно из шелковой пряжи, ткань из текстурированной ацетатной нити.	Стирка	1 половина образцов: постадийное истирание - определение свойств, 2 половина образцов: постадийное истирание – стирка - определение свойств.	5 дней носки и 1 стирка	Устойчивость к истиранию, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, воздухопроницаемость, светопроницаемость, толщина, поверхностная плотность, число нитей на 10 см и др.	Получена тесная корреляционная связь результатов испытаний. Установлено, что методика лабораторной носки с постадийным истиранием со стиркой после каждой стадии истирания дает максимальное приближение к износу в реальной носке.
[60]	Ткани для школьной формы: шерстяные, хлопчатобумажные, смешанные.	Истирание, многократное растяжение	Измерение толщины делали после каждых 500, 1000, 3000, 7000, 12000 оборотов (число оборотов определялось для каждого сырьевого состава индивидуально).	Не указан	Стойкость к истиранию, толщина	Идентичность зависимостей толщины тканей при истирании на приборе и износе в эксплуатации свидетельствует о том, что кинетика постадийного износа в эксплуатации сохраняется и при истирании на приборе. Значения коэффициента корреляции между толщиной и показателем постадийного истирания на приборе составляют 0,81-0,98, а между толщиной и показателем постадийного износа в эксплуатации – 0,52-0,71.

Первым и наиболее важным этапом оценки качества тканей является систематизация и выбор определяющих показателей качества. Данному вопросу посвящена 2 глава работы.

1.7. Обсуждения и выводы

Ассортимент тканей медицинского назначения разнообразен. Долгое время традиционными тканями для изготовления медицинской одежды считались хлопчатобумажные ткани, однако, современная альтернатива им – смесовые ткани. Эти ткани выпускают различного волокнистого состава, разных поверхностных плотностей, видов переплетения, видов отделки. Крупнейшими производителями медицинских тканей являются: Китай, Великобритания, Россия, Япония, Южная Корея, Беларусь.

Благодаря введению в состав ткани химических волокон и возможности регулирования различного соотношения натуральных и химических волокон производители могут улучшать показатели механических, физических и химических свойств, создавать ткани с заданными потребительскими свойствами: ткани с отделкой легкий уход, которая позволяет не гладить медицинскую одежду после стирки и сушки в расправленном виде, ткани с малоусадочной отделкой, ткани с водоотталкивающей и антистатической обработкой, ткани с антибактериальным покрытием.

Учет требований потребителей сегодня становится актуальной задачей, т.к. потребитель стоит в центре интересов производителя. Практически любой бизнес предполагает интегрированные усилия по выявлению, созданию, развитию и удовлетворению потребностей людей и организаций.

В работе было проведено исследование предпочтений потребителей, предъявляемых к одежде медицинского назначения и конкретно к тканям, используемым для изготовления одежды сотрудников поликлиник на основании анкетного опроса. Анкета содержала блоки вопросов: выявляющие принадлежность респондента к определенному сегменту потребительского рынка; выявляющие взаимосвязь факторов, влияющих на заинтересованность респондента в приобретении

одежды медицинского назначения; определяющие требования респондента к медицинской одежде; выявляющие предпочтения потребителей относительно приоритетных показателей качества тканей для медицинской одежды.

Анализ результатов исследования выявил следующее.

Необходимость смены медицинской одежды в подавляющем большинстве случаев возникает от полугода (26%) до одного года (43%). У 25% опрошенных медицинских работников смена одежды происходит в промежутке от 1,5 до 3 лет.

Основной причиной смены одежды является износ материала от истирания (40% от общего числа). Медицинская одежда приобретается в специализированных магазинах (80%). 46% предпочитают покупать одежду медицинского назначения российского производства. Респонденты имеют равные предпочтения относительно сырьевого состава медицинской одежды: по 37% опрошенных предпочитают одежду из хлопчатобумажных или смесовых тканей.

В результате опроса были выявлены основные предпочтения врачей при выборе определяющих показателей качества тканей медицинского назначения: внешний вид (94% опрошенных), качество материала (60%), сырьевой состав (43%). Периодичность стирки медицинской одежды: 1 раз в неделю (62%), 1 раз в 2 недели (23%), чаще 1 раза в неделю (6%), 1 раз в 3 недели (6%), 1 раз в месяц (3%). В результате анализа пожеланий потребителей по качеству материала для одежды медицинского назначения было выявлено, что все респонденты единодушно признают важность таких показателей качества как: антибактериальность; воздухопроницаемость; стойкость к истиранию; внешний вид; устойчивость окраски; несминаемость; способность хорошо отстирываться; способность хорошо отглаживаться.

Проведенный анализ нормативной документации показал, что ткани медицинского назначения не подлежат обязательному подтверждению соответствия.

Основными нормативными документами, регламентирующими требования к материалам для изготовления медицинской одежды, являются ГОСТ 29298 и ГОСТ 11518, в которых установлены нормы по основным физико-механическим и физико-химическим показателям.

С целью обеспечения безопасности пациентов и работников поликлиник разрабатывается все больше тканей медицинского назначения с антибактериальными свойствами. Одним из самых популярных веществ, применяемых при создании медицинских тканей с антибактериальными свойствами, является соединение триклозан, входящее в группу ароматических производных фенола, который обладает антибактериальными свойствами. В настоящее время разрабатывается и уже используется большое количество технологий нанесения биоцидных препаратов на поверхность или в структуру текстильного материала. Из исследованных литературных источников можно сделать вывод о том, что наиболее резистентным в борьбе с вредоносными микроорганизмами является такой текстильный материал, который сохраняет свои антибактериальные свойства на протяжении нескольких стирок.

Для оценки уровня качества тканей медицинского назначения применяют дифференциальный, комплексный и смешанный методы.

Анализ нормативной документации установил, что для тканей медицинского назначения предусмотрена дифференциальная оценка показателей качества, которая не позволяет проводить сравнительную оценку тканей медицинского назначения.

Рассмотрев номенклатуру показателей (ГОСТ 4.3 и ГОСТ 4.51), а также нормы по физико-механическим и физико-химическим показателям для исследуемых тканей (ГОСТ 29298 и ГОСТ 11518) можно отметить, что для тканей медицинского назначения отсутствует номенклатура показателей качества. Для этих тканей используется ограниченный набор показателей, не учитывающий антибактериальные свойства тканей, отсутствует оценка весомостей определяющих показателей качества, не позволяющая проводить комплексную оценку качества тканей медицинского назначения. В стандартах нет разделения между нормами показателей качества тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник и больничных учреждений.

Вызывает практический интерес оценка качества не только исходных образцов, но и образцов, находящихся в эксплуатации, т.е. подвергшихся изнашива-

нию, изучение изменения значений показателей качества, различных факторов износа.

Проанализированы литературные источники по исследованию износа текстильных материалов за последнее время. По изучению свойств тканей медицинского назначения, разработанных для сотрудников поликлиник, проведено недостаточно исследований. Проведенный анализ литературных источников показал, что практически нет информации о результатах исследований опытной носки и лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник. Данный вид исследований представляет не только научный интерес, но и практическое значение для совершенствования ассортимента тканей медицинского назначения, используемых для одежды сотрудников поликлиник.

В результате проведенного литературного обзора можно сделать следующие выводы:

- ассортимент тканей медицинского назначения постоянно развивается и обновляется;
- в результате проведенного исследования были установлены предпочтения потребителей медицинской одежды по показателям: периодичность и причины смены одежды, предпочтения и требования к медицинской одежде, приоритетные показатели качества;
- необходимым направлением совершенствования ассортимента тканей медицинского назначения является создание тканей с антибактериальными свойствами;
- в стандартах, распространяющихся на ткани медицинского назначения, предусмотрена дифференциальная оценка качества, которая не позволяет проводить сравнительную оценку тканей;
- для тканей медицинского назначения отсутствует номенклатура показателей качества и оценка их весомостей;
- число работ по изучению свойств и исследованию износа тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник проведено недостаточно.

ГЛАВА 2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК

Качество продукции характеризуется свойствами, удовлетворяющими определенные потребности в соответствии с ее назначением. Для оценки качества материалов важно обоснованно выбрать такие показатели качества, которые характеризуют данные свойства. Показатели, по которым принимается решение оценивать ее качество, называются определяющими. Выбор номенклатуры показателей качества – первый и наиболее важный этап оценки качества продукции, во многом обуславливающий проведение последующих этапов [63].

Рассмотрению теоретических и практических аспектов этой проблемы на примере тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник, посвящена данная глава.

2.1. Выбор объектов и общая методика исследования

Объектами исследования являются свойства и показатели качества тканей медицинского назначения, предназначенные для сотрудников поликлиник.

Свойства продукции – объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении [64].

В текстильном материаловедении принята следующая классификация свойств текстильных материалов: строения и структуры, геометрические, механические, физические и химические свойства [65].

В товароведении существует классификация потребительских свойств, т.е. свойств, удовлетворяющих потребности или ожидания индивидуальных потребителей. В соответствии с этой классификацией свойства текстильной продукции подразделяют на свойства назначения (функционального и социального), надежности, эстетические, эргономические и др. [47, 66].

Свойства продукции следует отличать от требований к ней, которые выражаются через ее показатели качества.

Показатель качества (ПК) – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления [45].

В квалиметрии показатели качества продукции классифицируют на следующие группы: назначения, надежности, эргономические, эстетические, технические или технологические, экологические, стандартизации и унификации, патентно-правовые, безопасности и экономические [46].

Применительно к тканям обычно выделяют пять групп показателей качества: назначения, надежности, дефектности, технологические и технико-экономические показатели [67].

Общая методика выбора ОПК сводилась к следующему. В начале, с использованием системного анализа, априорно устанавливали максимально возможный перечень ОПК и их взаимосвязь.

Системный анализ – это совокупность методических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам и задачам, в основе которых лежит рассмотрение объектов исследования как систем, имеющих многообразие типов связей [68].

Возможно применение методов системного анализа для решения различных задач текстильного материаловедения [68].

Для решения проблем, связанных с качеством процессов и продукции, широко применяют 7 традиционных методов контроля качества («инструменты качества»): диаграмма разброса, причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы), диаграмма Парето, контрольные карты, гистограмма, метод стратификации, контрольный листок [46, 69-71].

В работе для системного анализа ПК тканей медицинского назначения использовался метод причинно-следственных схем Исикавы. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) – «инструмент качества», позволяющий выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие). Метод системного анализа с помощью схем Иси-

кавы в настоящее время используется при проведении работ по обеспечению и управлению качеством продукции. Методика реализации этого метода будет рассмотрена ниже.

Для количественной оценки весомости (значимости) показателей качества применяют специальные методы. Они заключаются в нахождении коэффициентов весомости отдельных ПК при общей оценке качества и могут быть следующими [46, 72-74].

Стоимостной метод оценивает весомость показателей качества продукции, которая является монотонно возрастающей функцией денежных или трудовых затрат на создание оцениваемого показателя.

Эвристический (экспертный) метод основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов.

Вероятностный метод заключается в том, что весомость показателей качества определяется сравнением с эталоном; при этом, весомость тем выше, чем больше в среднем степень приближения к эталону.

Экспериментальный метод определяет весомость отдельных показателей путем проведения специальных исследований.

Комбинированный метод основан на использовании некоторой комбинации разных принципов: стоимостного и экспертного, стоимостного и вероятностного, экспертного и вероятностного.

Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки. В работе рассмотрены теоретические основы и практическая реализация экспертного метода определения коэффициентов весомости ПК тканей медицинского назначения. Экспертные методы, активно используемые в последнее время, являются более простыми и удобными по сравнению с остальными. Теоретические работы по их обоснованию появились еще в 1914г. Однако и задолго до этого широко использовались эти методы, в которых обработка результатов проводилась простейшими математическими способами. При оценке продукции текстильной промышленности к достоинствам экспертных методов относится также и то, что эксперт является наиболее близкой моделью потребителя [67].

2.2. Системный анализ взаимосвязи показателей качества тканей медицинского назначения

Системный анализ обычно используют для априорного выбора ОПК, применяя метод причинно-следственной схемы Исикавы [69-71].

Сущность метода заключается в объединении различных факторов, оказывающих то или иное воздействие на конечный результат решения какой-либо проблемы, и их систематизации в определенной последовательности. Схема позволяет графически проанализировать сложные взаимосвязи между изучаемой характеристикой и всевозможными факторами, оказывающими на нее то или иное влияние.

В схемах Исикавы выделяют:

главные факторы – 1, 2, 3 и т.д., которые оказывают влияние на характеристику;

средние факторы - 1.1; 1.2; 2.1; 3.1 и т.д.;

мелкие факторы - 1.1.1; 1.1.2 и т.д.;

второстепенные факторы – 1.1.1.1; 1.1.1.2; 2.1.1.1 и т.д.

Все факторы изображают в виде векторов, связанных один с другим.

Составляют схему в следующей последовательности.

Выделяют так называемый проблемный вопрос, т.е. определяют характеристику, в отношении которой необходимо спланировать определенные работы.

Формируют группу из 7-12 человек, имеющих разное отношение к обсуждаемой проблеме и занимающих разные служебные положения. Не желательно, чтобы в группе были специалисты одного служебного уровня или профиля.

Выделяют лидера группы, профессионала, имеющего наибольший опыт работы в области обсуждаемой проблемы, способного анализировать ситуацию и генерировать идеи.

Участники группы перечисляют факторы, оказывающие прямое или косвенное влияние на величину характеристики. Наиболее эффективным считается групповой метод анализа причин, называемый «мозговым штурмом».

При участии руководителя группы все перечисленные факторы анализируются и систематизируются по какому-либо признаку. Для этого используются различные признаки, например, принцип «5М»: man (люди) – material (материалы) – machine (оборудование) – method (технология) – milieu (measurement) (окружающая среда или измерения) [76].

Можно использовать классификацию свойств и ПК, принятую в текстильном материаловедении (характеристики строения и структуры, геометрические, механические, физические и химические свойства). К этим основным группам можно добавить и другие, используемые в товароведении и квалиметрии (показатели назначения, надежности, эстетические, эргономические показатели и т.д.).

Перечисленные факторы изображают в виде схемы.

Проводят обсуждение перечисленных факторов с точки зрения их влияния на изучаемую характеристику. Обсуждение проводится в три тура с последовательным уменьшением числа факторов с учетом их значимости.

На схеме факторы, выделенные в первом туре (15-25 факторов), подчеркивают одной чертой; во втором туре (10-16 факторов) – двумя чертами; в третьем туре (5-8 факторов) – обводят красной линией. Таким образом, после третьего тура остаются наиболее значимые для изучаемой характеристики факторы, в отношении которых необходимо разработать мероприятия, позволяющие влиять на изучаемую характеристику [69-71].

Рассмотрим построение причинно-следственной схемы Исикавы для объекта исследования «качество тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник». За основу структурирования возьмем классификацию свойств и ПК, принятую в текстильном материаловедении. Затем построим схему с факторами, которые прямо или косвенно влияют на качество тканей медицинского назначения [77].

Вначале определим максимальный перечень ПК, оказывающих то или иное влияние на качество тканей медицинского назначения.

- 1. Свойства строения и структуры:** 1.1 линейная плотность нитей: 1.1.1 по основе и 1.1.2 по утку; 1.2 плотность ткани (число нитей на 100 мм): 1.2.1

по основе и 1.2.2 по утку; 1.3 вид переплетения; 1.4 линейная плотность ткани; 1.5 поверхностная плотность ткани; 1.6 показатели заполнения: 1.6.1 линейное заполнение, 1.6.2 поверхностное заполнение, 1.6.3 объемное заполнение; 1.7 сырьевой состав; 1.8 процент вложения различных волокон.

2. Геометрические свойства: 2.1 длина, 2.2 ширина, 2.3 толщина.

3. Механические свойства: 3.1 деформация растяжения: - 3.1.1 полуцикловые: 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: 3.1.2.1 составные части деформации (упругая, эластическая, пластическая); - 3.1.3 многоцикловые: 3.1.3.1 стойкость к многократному растяжению, 3.1.3.2 долговечность, 3.1.3.3 предел выносливости; 3.2 деформация изгиба: - 3.2.1 полуцикловые: 3.2.1.1 жесткость при изгибе; - 3.2.2 одноцикловые: 3.2.2.1 несминаемость; - 3.2.3 многоцикловые: 3.2.3.1 несминаемость, 3.2.3.2 стойкость к многократному изгибу; 3.3 трение и истирание: 3.3.1 коэффициент тангенциального сопротивления; 3.3.2 стойкость к истиранию; 3.3.3 пиллингуемость; 3.3.4 устойчивость окраски к трению; 3.3.5 раздвигаемость; 3.3.6 осыпаемость.

4. Физические свойства: 4.1 гигроскопические свойства: 4.1.1 гигроскопичность, 4.1.2 капиллярность, 4.1.3 водопоглощение, 4.1.4 влажность; 4.2 проницаемость: 4.2.1 воздухопроницаемость, 4.2.2 водопроницаемость, 4.2.3 водоупорность, 4.2.4 паропроницаемость; 4.3 удельное электрическое сопротивление; 4.4 туше.

5. Химические свойства: 5.1 устойчивость окраски к различного рода воздействиям: 5.1.1 к свету, 5.1.2 к стирке, 5.1.3 к поту, 5.1.4 устойчивость окраски к органическим растворителям, 5.1.5 устойчивость окраски к глажению; 5.2 антибактериальные свойства; 5.3 содержание свободного формальдегида.

6. Показатели назначения: 6.1 изменение линейных размеров после обработки: 6.1.1 усадка после стирки, 6.1.2 усадка после химчистки, 6.1.3 усадка после замочки; 6.1.4 усадка после глажения.

7. Эстетические показатели: 7.1 соответствие художественно-эстетического оформления тканей современному направлению моды; 7.2 степень белизны.

Проанализируем перечисленные показатели с позиции влияния на качество тканей медицинского назначения.

От строения полотен и изделий в значительной степени зависят их свойства и внешний вид. Сырьевой состав тканей, а именно процент вложения различных волокон влияет на свойства и поведение изделий в процессе эксплуатации. Геометрические свойства на первый взгляд не влияют на качество тканей. Например, ширина ткани – это параметр, а не показатель качества. Тем не менее, для изготовителей швейных изделий показатель ширина достаточно важен, т.к. от нее зависит план раскроя и количество выпадов ткани. От толщины зависят механические свойства, которые для всех текстильных материалов являются наиболее значимыми.

Среди механических свойств можно выделить такие, как стойкость к истиранию, несминаемость и пиллингуемость. Они существенно влияют на внешний вид тканей медицинского назначения. При использовании текстильных изделий происходит изнашивание, при котором отмечается ухудшение свойств. Истирание происходит в большинстве случаев изнашивания. Стойкость к истиранию характеризует поведение ткани в процессе эксплуатации и определяет срок службы изделия. Несминаемость характеризует способность ткани сопротивляться образованию складок и восстанавливать первоначальное состояние после снятия нагрузки. Сминаемость ускоряет износ при истирании, особенно по складкам, и портит внешний вид изделия. В процессе эксплуатации на поверхности изделия могут образовываться пилли, т.е. закатанные в небольшие комочки концы или отдельные участки волокон. Сам процесс называется пиллингуемостью. Сминаемость и пиллингуемость зависят от строения и сырьевого состава ткани. Для одежды работников поликлиник большое значение имеют физические свойства, из которых можно выделить воздухопроницаемость, гигроскопичность. Эти показатели создают ощущение комфорта и удобства функционирования текстильных изделий. Важное значение для тканей медицинского назначения имеют антибактериальные

свойства. Их нанесение на изделия медицинского назначения способно противостоять развитию и распространению ВБИ, возникающих в медицинских учреждениях [78]. Именно поэтому совершенствование технологий обработки и нанесения антибактериальных препаратов – одно из приоритетных направлений. Большинству потребителей (медицинские работники не исключение) присуще стремление к красоте, т.е. соответствие художественно-эстетического оформления тканей современному направлению моды имеет важное, если не первостепенное значение при выборе изделий.

Перечисленные показатели подвергались обсуждению и анализу, были систематизированы. На основании этих показателей была составлена схема Исикавы (рисунок 2.1), которая позволила графически проанализировать взаимосвязи между качеством тканей медицинского назначения и всевозможными факторами, оказывающими на нее влияние.

В результате обсуждения в первом туре из всех показателей были выделены следующие 25 показателей качества тканей медицинского назначения: 1.1 линейная плотность нитей; 1.2 плотность ткани (число нитей на 100 мм); 1.3 вид переплетения; 1.5 поверхностная плотность ткани; 1.7 сырьевой состав; 2.3 толщина; 3.1.1.1 разрывная нагрузка; 3.1.1.3 разрывное удлинение; 3.1.2.1 составные части деформации (упругая, эластическая, пластическая); 3.2.1.1 жесткость при изгибе; 3.2.2.1 несминаемость; 3.3.1 коэффициент тангенциального сопротивления; 3.3.2 стойкость к истиранию; 3.3.3 пиллингуемость; 3.3.4 устойчивость окраски к трению; 3.3.6 осыпаемость; 4.1.1 гигроскопичность; 4.2.1 воздухопроницаемость; 4.3 удельное электрическое сопротивление; 5.1 устойчивость окраски к различного рода воздействиям; 5.2 антибактериальные свойства; 6.1.1 усадка после стирки; 6.1.4 усадка после глажения; 7.1 соответствие художественно-эстетического оформления ткани современному направлению моды; 7.2 степень белизны.

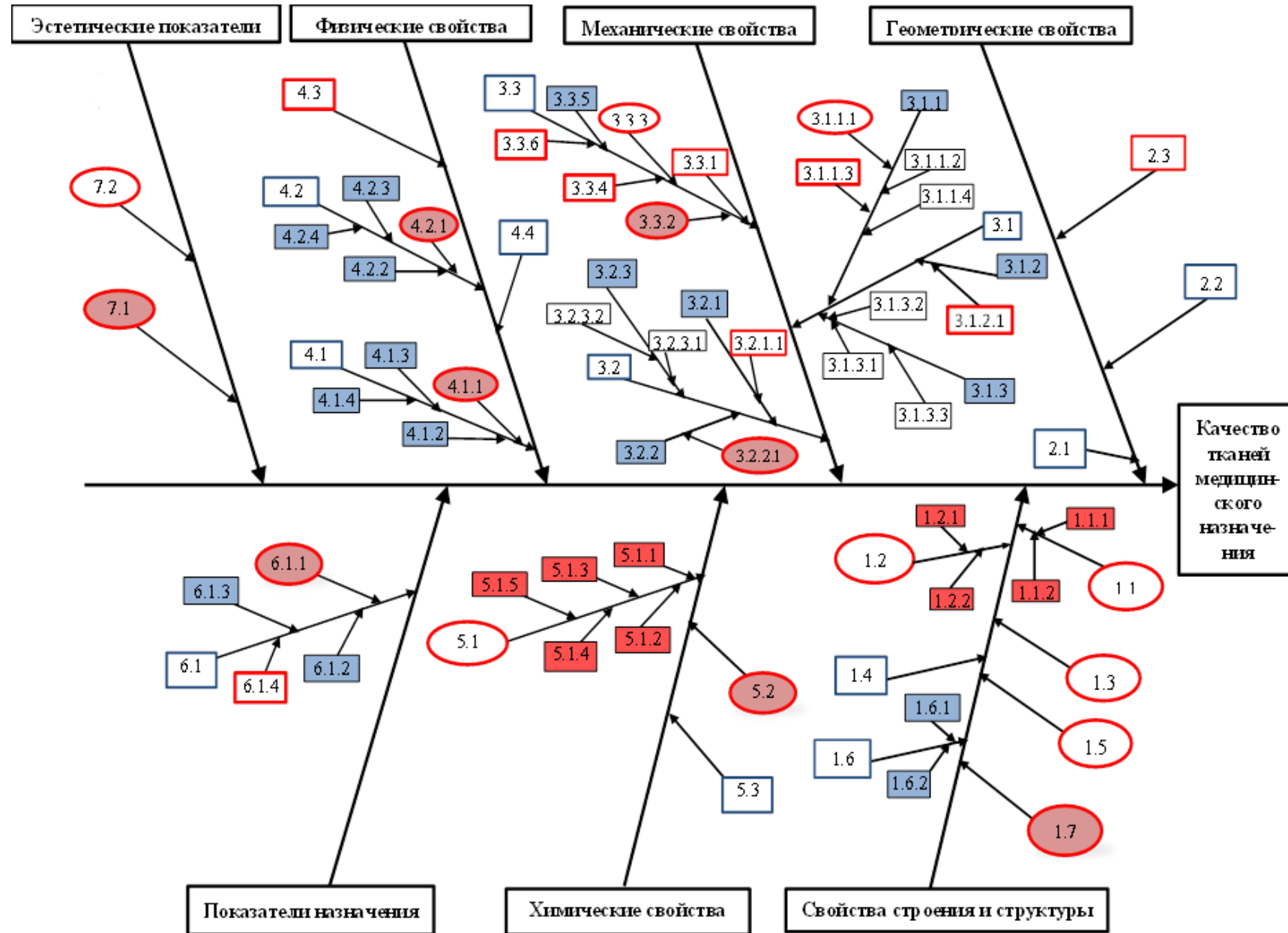


Рисунок 2.1 – Схема Исикавы

В результате обсуждения во втором туре из 25 показателей были выделены следующие 16 показателей качества тканей медицинского назначения: 1.1 линейная плотность нитей; 1.2 плотность ткани (число нитей на 100 мм); 1.3 вид переплетения; 1.5 поверхностная плотность ткани; 1.7 сырьевой состав; 3.1.1.1 разрывная нагрузка; 3.2.2.1 несминаемость; 3.3.2 стойкость к истиранию; 3.3.3 пиллингуемость; 4.1.1 гигроскопичность; 4.2.1 воздухопроницаемость; 5.1 устойчивость окраски к различного рода воздействиям; 5.2 антибактериальные свойства; 6.1.1 усадка после стирки; 7.1 соответствие художественно-эстетического оформления ткани современному направлению моды; 7.2 степень белизны.

В результате обсуждения в третьем туре были оставлены следующие 8 показателей качества тканей медицинского назначения: 1.7 сырьевой состав; 3.2.2.1 несминаемость; 3.3.2 стойкость к истиранию; 4.1.1 гигроскопичность; 4.2.1 воздухопроницаемость; 5.2 антибактериальные свойства; 6.1.1 усадка после стирки; 7.1 соответствие художественно-эстетического оформления ткани современному направлению моды.

Схема Исикавы позволяет лишь априорно выбрать ПК, но не дает количественную оценку их весомости, что не позволяет провести комплексную квалиметрическую оценку качества рассматриваемых в работе тканей медицинского назначения.

Для количественной оценки значимости ПК тканей медицинского назначения был применен экспертный метод.

2.3. Экспертный метод выбора определяющих показателей качества тканей медицинского назначения

Процедуру получения экспертных оценок весомости можно разбить на 4 этапа [72-74]: организация опроса; проведение опроса; обработка результатов опроса и полученных оценок весомостей; анализ результатов.

Важным вопросом при проведении первого этапа экспертных методов определения весомости является выбор экспертов, т. к. именно они определяют объективность экспертной оценки, ее точность и надежность. Эксперт должен об-

ладать такими качествами как компетентность, достаточная профессиональная подготовка по исследуемому вопросу, заинтересованность в результатах опроса, деловитость, объективность [79].

Помимо критериев квалификации экспертов значительный интерес представляет вопрос определения их оптимального количества. Теоретически до настоящего времени вопрос этот не разработан. Отдельные авторы утверждают, что при использовании экспертных методов увеличение количества экспертов является простейшим способом увеличения надежности и уменьшения субъективности оценки [72]. Анализ практической деятельности экспертных групп позволяет рекомендовать включать в экспертную группу 6-15 экспертов [80, 81].

В работе опрос проводился среди специалистов, имеющих опыт работы по оценке качества тканей медицинского назначения: независимые специалисты (преподаватели высших учебных заведений) и потребители продукции.

Опрос независимых специалистов проходил в высших учебных заведениях: Российском государственном университете им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) и Российском государственном университете туризма и сервиса (РГУТиС). Для этого привлекались педагоги кафедры «Материаловедения и товарной экспертизы» (РГУ им. А.Н. Косыгина) и кафедры «Сервиса» (РГУТиС). Всего в экспертном опросе приняли участие 15 человек, из них 7 профессоров и 8 доцентов.

Анкетирование экспертов-потребителей проводилось среди медицинских работников поликлиник города Москвы разных специальностей. В опросе приняли участие 10 экспертов.

В работе проводились два независимых экспертных опроса. Целью такого подхода к выбору ОПК являлась оценка предложенного списка показателей качества со стороны двух групп экспертов и последующий анализ выбранных ОПК (номенклатура ОПК будет одинакова или результаты будут различаться).

Для проведения опроса была подготовлена специальная анкета (Приложение Б), в которой кратко изложена сущность обсуждаемого вопроса и методика ответов на поставленные вопросы, представлен пример заполнения анкеты и

оформления результатов опроса. В задачу экспертов входило ранжирование показателей качества в порядке убывания значимости. Наиболее значимый показатель имел ранг 1, а наименее значимый – n (n – количество ПК). Так как медицинские работники не являются специалистами в области текстиля, для них специальные термины были разъяснены.

Опрос экспертов осуществляется либо заочно путем рассылки анкет и получения ответов, либо очно при единовременной работе всей группы экспертов. В работе опрос проводился заочно.

Обработка экспертных оценок заключается в определении согласованности мнений экспертов и подсчете сводных характеристик опроса группы экспертов по каждому показателю [82].

Анализ полученных результатов включает подсчет коэффициентов весомости оцениваемых показателей, отдельное определение оценок весомостей и согласованности мнений для различных групп экспертов, определение согласованности мнений экспертов по отдельным показателям и т.п.

Существует экспертная оценка значимости ограниченного и неограниченного числа показателей качества [67]. В отличие от метода оценки весомости заранее составленного комплекса показателей при неограниченном выборе эксперты не имеют одинакового перечня показателей. Им дается одинаковый список и предоставляется возможность его дополнения новыми показателями, либо каждый эксперт может давать свой комплекс показателей, ранжированный в порядке убывания значимости.

Экспертный опрос проводили, используя показатели качества, которые были выбраны во втором туре обсуждения схемы Исикавы: X_1 – линейная плотность пряжи, X_2 – плотность ткани (число нитей на 100 мм), X_3 – вид переплетения, X_4 – поверхностная плотность ткани, X_5 – сырьевой состав, X_6 – разрывная нагрузка, X_7 – несминаемость, X_8 – стойкость к истиранию, X_9 – пиллингуемость, X_{10} – гигроскопичность, X_{11} – воздухопроницаемость, X_{12} – устойчивость окраски к различного рода воздействиям, X_{13} – антибактериальные свойства, X_{14} – усадка после

стирки, X_{15} – соответствие художественно-эстетического оформления ткани современному направлению моды, X_{16} – степень белизны.

Для анализа проведенного экспертного опроса была применена методика обработки результатов опроса при неограниченном выборе показателей качества.

Несмотря на то, что экспертный опрос проводился при возможности неограниченного выбора показателей качества, эксперты медицинские работники не дополнили имеющийся список новыми показателями качества.

Среди экспертов-преподавателей только один эксперт дополнил предложенный перечень показателем «устойчивость к многократным стиркам». Таким образом, количество ранжируемых показателей для двух групп экспертов было разным: для преподавателей $n=17$, для медиков $n=16$.

Обработка полученных данных для экспертов-преподавателей представлена в таблице 2.1, для экспертов медицинских работников – в таблице 2.2.

Для оценки согласованности мнений экспертов определяют коэффициент конкордации по следующей формуле [64]:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - S)}{\frac{1}{12} m^2 \cdot (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2.1)$$

где S_i – сумма рангов по i -му показателю, подсчитывают для каждого показателя, для контроля проверяют равенство:

$$\sum_{i=1}^n S_n = 0,5m \cdot n \cdot (n + 1) \quad (2.2)$$

S – средняя сумма рангов для всех показателей вычисляется по формуле:

$$\bar{S} = 0,5m \cdot (n + 1) \quad (2.3)$$

где m – число экспертов,
 n – количество показателей.

Таблица 2.1 – Обработка экспертных оценок тканей медицинского назначения (эксперты-преподаватели)

	Ранговые оценки показателей качества																	Сумма	T_j
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	15	14	16	5	7	13	9	2,5	11	2,5	4	10	1	12	6	8	17	153	0,5
2	13	10,5	14	9	3	15	5	4	10,5	2	7	16	1	12	8	6	17	153	0,5
3	16	10	15	9	3	11	7,5	4,5	14	2	4,5	12	1	13	6	7,5	17	153	1
4	16	14	15	9	6	6	6	11,5	11,5	9	9	1,5	1,5	3,5	13	3,5	17	153	5,5
5	16	13	12	14,5	4	11	6	2	14,5	8	7	10	1	5	9	3	17	153	0,5
6	15	12,5	15	7	3,5	10	12,5	10	15	7	5	7	1	2	10	3,5	17	153	7
7	16	14,5	12,5	12,5	14,5	11	6,5	8,5	2,5	8,5	4,5	2,5	1	4,5	10	6,5	17	153	3
8	16	11	12	13	14	15	7	10	8	4	9	3	1	6	5	2	17	153	0
9	14,5	14,5	14,5	7	11,5	10	5	8,5	11,5	2,5	2,5	6	1	4	14,5	8,5	17	153	6,5
10	15,5	14	15,5	10	9	12	5	7	13	8	6	3	1	2	4	11	17	153	0,5
11	15,5	15,5	14	11,5	9,5	11,5	2,5	2,5	9,5	7	4,5	4,5	1	7	13	7	17	153	4,5
12	16	15	14	10	11	3	4	2	12	6	7	9	1	8	5	13	17	153	0
13	14	3,5	15	16	1	13	9	3,5	11,5	5	6	8	2	7	10	11,5	17	153	1
14	9	14	15	6	2	7	8	12	11	3	4	10	1	5	16	13	17	153	0
15	15	16	13	11	12	17	1,5	7	5	10	4	14	1,5	3	6	8	9	153	0,5
S_i	222,5	192,0	212,5	150,5	111,0	165,5	94,5	95,5	160,5	84,5	84,0	116,5	17,0	94,0	135,5	112,0	247,0	2295,0	31,0

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$S_i - \bar{S}$	87,5	57,0	77,5	15,5	-24,0	30,5	-40,5	-39,5	25,5	-50,5	-51,0	-18,5	-118,0	-41,0	0,5	-23,0	112,0		
$(S_i - \bar{S})^2$	7656,25	3249,0	6006,25	240,25	576,0	930,25	1640,25	1560,25	650,25	2550,25	2601,0	342,25	13924	1681,0	0,25	529,0	12544	56680,5	
$mn - S_i$	32,5	63,0	42,5	104,5	144,0	89,5	160,5	159,5	94,5	170,5	171,0	138,5	238,0	161,0	119,5	143,0	8,0		
Z_i	0,016	0,031	0,021	0,051	0,071	0,044	0,078	0,078	0,046	0,083	0,084	0,068	0,117	0,079	0,059	0,070	0,004	1,000	
Z_{0i}	-	-	-	-	0,097	-	0,107	0,107	-	0,115	0,116	0,093	0,161	0,108	-	0,096	-	1,000	
$\bar{R}$	14,8	12,8	14,2	10,0	7,4	11,0	6,3	6,4	10,7	5,6	5,6	7,8	1,1	6,3	9,0	7,5	16,5		
σ_R	1,84	3,13	1,26	3,12	4,59	3,63	2,75	3,58	3,40	2,80	1,90	4,37	0,09	3,60	3,77	3,57	2,06		
C, %	12,4	61,7	8,9	31,2	61,7	33,0	43,6	56,0	31,7	50,0	33,9	56,1	8,1	57,1	41,9	47,6	12,5		

Таблица 2.2 – Обработка экспертных оценок тканей медицинского назначения (эксперты-медики)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	Сумма	T _j
1	4,5	12,5	16	12,5	4,5	15	10	4,5	4,5	4,5	4,5	10	4,5	10	4,5	14	136	44,5
2	15	12	16	7	1,5	11	10	14	5,5	3	1,5	13	4	5,5	8	9	136	1
3	16	8	15	11	1,5	13	6	14	6	4	1,5	11	3	9	6	11	136	4,5
4	16	12	8,5	13,5	1,5	13,5	5	5	1,5	5	5	15	5	8,5	10,5	10,5	136	12
5	16	14	12,5	10	3	15	3	8,5	1	6	3	12,5	6	8,5	11	6	136	5
6	16	15	9,5	13,5	2	8	5	11	9,5	5	1	13,5	5	5	5	12	136	11
7	16	14,5	12,5	14,5	10,5	10,5	6,5	12,5	4,5	4,5	2	2	8,5	2	6,5	8,5	136	5
8	15,5	10,5	13	9	4,5	14	1	15,5	4,5	12	2,5	2,5	7	8	6	10,5	136	2
9	16	15	13	8	7	10	3	2	12	6	4	11	5	9	1	14	136	0
10	16	11,5	15	7	3,5	11,5	1	13,5	5,5	8,5	2	13,5	3,5	10	5,5	8,5	136	2,5
S _i	147,0	125,0	131,0	106,0	39,5	121,5	50,5	100,5	54,5	58,5	27,0	104,0	51,5	75,5	64,0	104,0	1360,0	87,5
S _i – $\bar{S}$	62,0	40,0	46,0	21,0	-45,5	36,5	-34,5	15,5	-30,5	-26,5	-58,0	19,0	-33,5	-9,5	-21,0	19,0		
(S _i – $\bar{S}$) ²	3844,0	1600,0	2116,0	441,0	2070,25	1332,25	1190,25	240,25	930,25	702,25	3364,0	361,0	1122,25	90,25	441,0	361,0	20206,0	
mn – S _i	13,0	35,0	29,0	54,0	120,5	38,5	109,5	59,5	105,5	101,5	133,0	56,0	108,5	84,5	96,0	56,0		
Z _i	0,011	0,029	0,024	0,045	0,100	0,032	0,091	0,050	0,088	0,085	0,111	0,047	0,090	0,070	0,080	0,047	1,000	
Z _{0i}	-	-	-	-	0,140	-	0,127	-	0,123	0,119	0,155	-	0,126	0,098	0,112	-	1,000	
$\bar{R}$	14,7	12,5	13,1	10,6	4,0	12,2	5,0	10,0	5,4	5,8	2,7	10,4	5,2	7,6	6,4	10,4		
σ_R	3,60	2,22	2,56	2,82	2,90	2,32	3,22	4,75	3,30	2,62	1,38	4,54	1,65	2,58	2,91	2,52		
C, %	24,5	17,8	19,5	26,6	72,5	19,0	64,4	47,5	61,0	45,1	51,0	43,6	31,8	33,9	45,5	24,3		

Показатели одинаковости T_j вычисляются по формуле:

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_1^u (t_j^3 - t_j) \quad (2.4)$$

где u – количество рангов с одинаковыми оценками у j -го эксперта,

t_j – число оценок с одинаковым рангами у j -го эксперта.

Значимость коэффициентов конкордации проверяют по критерию Пирсона [45]:

$$\chi^2 = W \cdot m \cdot (n - 1) \quad (2.5)$$

где W – коэффициент конкордации.

Расчетную величину χ^2 сравнивают с ее табличным значением $\chi_{табл.}^2$, которое выбирают в зависимости от числа степеней свободы f .

Коэффициент конкордации может принимать значения от 0 до 1, при этом, чем ближе W к 1, тем выше согласованность мнений экспертов и наоборот.

Пример расчета коэффициента конкордации.

Для экспертов-преподавателей согласованность мнений экспертов составила:

$$W = \frac{56680,5}{\frac{1}{12} \cdot 15^2 \cdot (17^3 - 17) - 15 \cdot 31,0} = 0,621$$

$$\chi^2 = 0,621 \cdot 15 \cdot (17 - 1) = 149,0 > 26,7 = \chi_T^2$$

Значение коэффициента конкордации достоверно с вероятностью $p \geq 0,95$.

Для экспертов-медиков $W = 0,614$, значение коэффициента конкордации также достоверно с вероятностью $p \geq 0,95$.

Для различных групп специалистов с вероятностью 0,95 получена значимая, хорошая согласованность.

Приемлемой считают величину $W > 0,6 \div 0,7$. Если $W < 0,6$ согласованность оценок экспертов считают низкой и необходимо ее повышение. Для этого можно

провести второй тур опроса или исключить из рассмотрения оценки «выскакивающих экспертов», результаты которых существенно отличаются от остальных.

Количественная оценка «выскакивающих экспертов» может быть проведена по величине коэффициента ранговой корреляции ρ оценок данного эксперта R_{ji} со средними значениями оценок всех остальных экспертов $\bar{R}$ [46]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2.6)$$

где $d = R_{ij} - \bar{R}$;

n – число показателей.

Если $\rho \leq 0.5$ оценки проверяемого эксперта могут быть исключены из рассмотрения.

В работе были проверены оценки экспертов по величине коэффициента ранговой корреляции ρ (таблица 2.3 и таблица 2.4).

Таблица 2.3 – Значение коэффициента ранговой корреляции экспертных оценок для экспертов-преподавателей

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ρ	0,86	0,79	0,84	0,82	0,88	0,84	0,78	0,78	0,88	0,88	0,91	0,80	0,75	0,72	0,68

Таблица 2.4 – Значение коэффициента ранговой корреляции экспертных оценок для экспертов-медиков

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ρ	0,70	0,85	0,89	0,82	0,88	0,87	0,69	0,74	0,73	0,87

Анализ полученных значений, представленных в таблицах, показал, что все оценки превышают значение 0,5. Следовательно, ни одна из экспертных оценок не является «выскакивающей» и не может быть исключена из рассмотрения.

Далее рассчитывались коэффициенты весомости (значимости), которые показывают значимость данного показателя в общей оценке качества продукции [67]:

$$Z_i = \frac{m \cdot n - S_i}{0,5m \cdot n \cdot (n - 1)} \quad (2.7)$$

После этого из всех n показателей качества выбирают наиболее значимые, для которых $Z_i \geq \frac{1}{n}$. Сумма всех показателей весомости (значимости) должна быть равна 1.

В работе существенно значимыми ПК являются те, для которых $Z_i > \frac{1}{17}$ (для экспертов-преподавателей) и $Z_i > \frac{1}{16}$ (для экспертов-медиков).

Для определяющих показателей качества производится корректировка коэффициентов значимости (Z_i') при соблюдении условия $\sum Z_i' = 1$:

$$Z_i' = \frac{Z_i}{\sum Z_i} \quad (2.8)$$

где $\sum Z_i'$ - сумма коэффициентов значимости ОПК.

По результатам экспертного опроса среди экспертов-преподавателей подсчитаны коэффициенты весомости, представленные в таблице 2.5 и на гистограмме значимости (рисунок 2.2). Результаты проведения экспертного опроса среди экспертов медицинских работников (коэффициенты весомости) представлены в таблице 2.6 и на гистограмме (рисунок 2.3).

Таблица 2.5 – Коэффициенты весомости показателей качества тканей медицинского назначения (эксперты-преподаватели)

Показатели качества	Коэффициент Весомости	Коэффициент весомости скорректированный
1	2	3
Антибактериальные свойства (X_{13})	0,117	0,161
Воздухопроницаемость (X_{11})	0,084	0,116
Гигроскопичность (X_{10})	0,083	0,115
Усадка после стирки (X_{14})	0,079	0,108
Несминаемость (X_7)	0,078	0,107
Стойкость к истиранию (X_8)	0,078	0,107
Сырьевой состав (X_5)	0,071	0,097

Окончание таблицы 2.5

1	2	3
Степень белизны (X_{16})	0,070	0,096
Устойчивость окраски к различным воздействиям (X_{12})	0,068	0,093
Художественно-эстетическое оформление (X_{15})	0,059	–
Поверхностная плотность ткани (X_4)	0,051	–
Пиллингуемость (X_9)	0,046	–
Разрывная нагрузка (X_6)	0,044	–
Плотность ткани (число нитей на 100 мм) (X_2)	0,031	–
Вид переплетения (X_3)	0,021	–
Линейная плотность пряжи (X_1)	0,016	–
Устойчивость к многократным стиркам (X_{17})	0,004	–

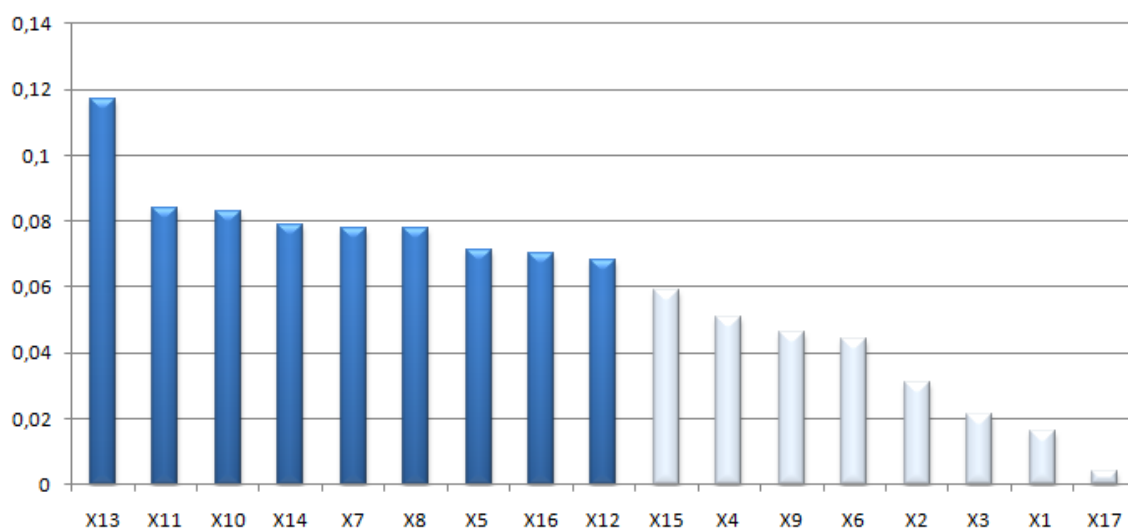


Рисунок 2.2 – Значимость показателей качества тканей медицинского назначения (эксперты-преподаватели)

Таблица 2.6 – Коэффициенты весомости показателей качества тканей медицинского назначения (эксперты-медики)

Показатели качества	Коэффициент Весомости	Коэффициент весомости скорректированный
1	2	3
Воздухопроницаемость (X_{11})	0,111	0,155

Окончание таблицы 2.6

1	2	3
Сырьевой состав (X_5)	0,100	0,140
Несминаемость (X_7)	0,091	0,127
Антибактериальные свойства (X_{13})	0,090	0,126
Пиллингуемость (X_9)	0,088	0,123
Гигроскопичность (X_{10})	0,085	0,119
Художественно-эстетическое оформление (X_{15})	0,080	0,112
Усадка после стирки (X_{14})	0,070	0,098
Стойкость к истиранию (X_8)	0,050	–
Устойчивость окраски к различным воздействиям (X_{12})	0,047	–
Степень белизны (X_{16})	0,047	–
Поверхностная плотность ткани (X_4)	0,045	–
Разрывная нагрузка (X_6)	0,032	–
Плотность ткани, число нитей на 10 см (X_2)	0,029	–
Вид переплетения (X_3)	0,024	–
Линейная плотность пряжи (X_1)	0,011	–

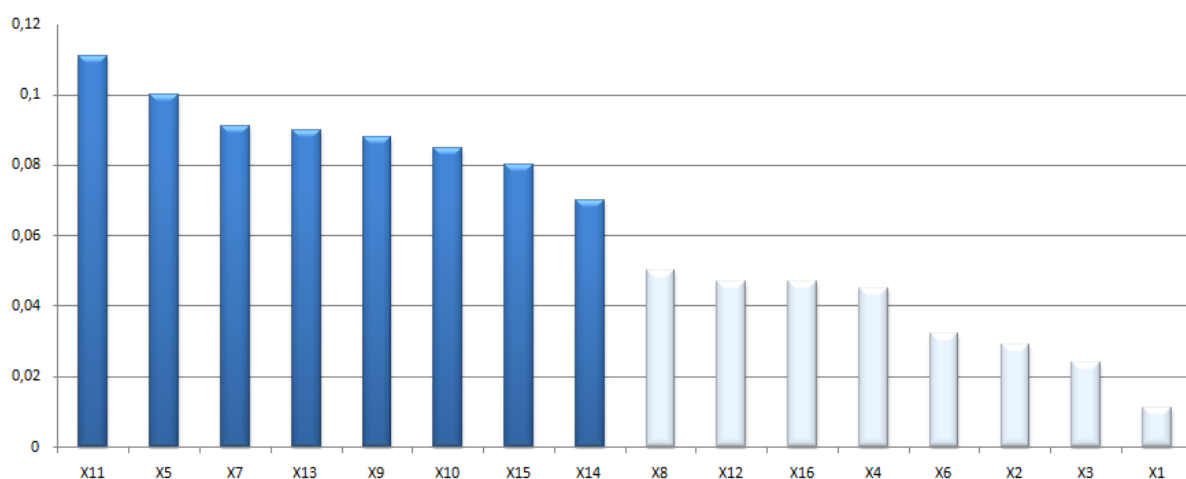


Рисунок 2.3 – Значимость показателей качества тканей медицинского назначения
(эксперты - медики)

Для получения более достоверной информации проверено: насколько совпадают между собой оценки весомости, даваемые различными группами экспер-

тов. Результаты экспертных оценок (коэффициенты весомости) представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Сводная таблица коэффициентов весомости показателей качества тканей медицинского назначения

Показатели качества	Коэффициент весомости (эксперты- преподаватели)	Коэффициент весомости (эксперты-медики)
1	2	3
Антибактериальные свойства (X_{13})	0,117	0,090
Воздухопроницаемость (X_{11})	0,084	0,111
Гигроскопичность (X_{10})	0,083	0,085
Усадка после стирки (X_{14})	0,079	0,070
Несминаемость (X_7)	0,078	0,091
Стойкость к истиранию (X_8)	0,078	0,050
Сырьевой состав (X_5)	0,071	0,100
Степень белизны (X_{16})	0,070	0,047
Устойчивость окраски к различным воздействиям (X_{12})	0,068	0,047
Художественно-эстетическое оформление (X_{15})	0,059	0,080
Поверхностная плотность ткани (X_4)	0,051	0,045
Пиллингуемость (X_9)	0,046	0,088
Разрывная нагрузка (X_6)	0,044	0,032
Плотность ткани, число нитей на 10 см (X_2)	0,031	0,029
Вид переплетения (X_3)	0,021	0,024
Линейная плотность пряжи (X_1)	0,016	0,011
Устойчивость к многократным стиркам (X_{17})	0,004	0

Анализ полученных данных показал, что в номенклатуру определяющих показателей качества эксперты-преподаватели и эксперты-медики единодушно включили следующие показатели: антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, гигроскопичность, усадку после стирки, несминаемость, сырьевой состав.

Однако перечисленные показатели имеют различные ранговые оценки. Так эксперты-преподаватели отдали предпочтение следующим показателям (в порядке убывания значимости): антибактериальные свойства, воздухопроницаемость,

гигроскопичность, усадка после стирки, несминаемость, стойкость к истиранию, сырьевой состав. Эксперты-медики проранжировали показатели следующим образом: воздухопроницаемость, сырьевой состав, несминаемость, антибактериальные свойства, пиллингуемость, гигроскопичность. Кроме того, эксперты-преподаватели в число приоритетных включили такие показатели, как устойчивость окраски к различного рода воздействиям, степень белизны. Эти показатели отмечали и некоторые медицинские работники, прежде всего те, кто имеет дело с химикатами (стоматологи) и те, для кого имеет большое значение внешний вид (представители коммерческих медицинских организаций).

Эксперты-медики, для которых важен внешний вид спецодежды, включили показатель художественно-эстетическое оформление. Специфика ответов наблюдается из-за разных подходов к изучаемому вопросу: у экспертов-медиков прежде всего практический подход. Следует отметить тот факт, что возникали трудности при проведении экспертного опроса среди медицинских работников: многие показатели вызывали вопросы и непонимание. Это можно объяснить тем, что работники поликлиник не являются специалистами в области текстиля. Как правило, высокие ранги ставили показателям, которые эксперты знали. Таким образом, экспертная оценка медицинских работников была субъективна.

Оценку согласованности мнений экспертов по каждому показателю качества можно производить по величине коэффициента вариации C , % [67]:

$$C = \frac{\sigma_R}{\bar{R}} \cdot 100\% , \quad (2.9)$$

где σ_R - среднее квадратическое отклонение;

$\bar{R}$ - средний ранг.

При C , равном менее 10% , согласованность считают высокой, 11 - 15% – выше средней, 16 - 25% – средней, 26 - 35% – ниже средней и более 35% – низкой.

Однако такой подход не всегда бывает правильным. При одинаковом значении σ_R в случае малой величины $\bar{R}$ значение коэффициента вариации C велико и, следовательно, имеем заниженную согласованность специалистов по какому-то

показателю. Это наглядно видно из примера (результаты опроса экспертов-преподавателей):

для 1-го показателя: $\sigma_R = 1,84$, $\bar{R} = 14,8$, $C = 12,4\%$;

для 11-го показателя: $\sigma_R = 1,90$, $\bar{R} = 5,6$, $C = 33,9\%$.

Таким образом, по величине коэффициента вариации можно сделать неправильный вывод о согласованности мнений экспертов. Подобные значения коэффициентов вариации получились и для других показателей.

Оценку согласованности мнений специалистов по отдельным показателям целесообразно производить по величине среднего квадратического отклонения. Для установления границ хорошей, средней и плохой согласованности можно использовать среднее значение среднего квадратического отклонения ($\bar{\sigma}_R$) с учетом гарантийной ошибкой (m_σ) [83]:

$$m_\sigma = \frac{t \cdot \bar{\sigma}_R}{\sqrt{2m}} \quad (2.10)$$

где t - коэффициент, определяемый в зависимости от числа испытаний.

Если $\sigma_R < \bar{\sigma}_R - m_\sigma$ согласованность будет считаться хорошей; если значение σ_R находится в пределах гарантийной ошибки средней величины среднего квадратического отклонения $\bar{\sigma}_R - m_\sigma < \sigma_R < \bar{\sigma}_R + m_\sigma$ - средняя согласованность, если $\sigma_R > \bar{\sigma}_R + m_\sigma$ - низкая.

Для опроса, проведенного среди экспертов-преподавателей:

$$\bar{\sigma}_R = 2,91, m_\sigma = 1,16.$$

$\sigma_R < 1,75$ - хорошая согласованность;

$1,75 \leq \sigma_R \leq 4,07$ - средняя согласованность;

$\sigma_R > 4,07$ - низкая согласованность.

Для опроса, проведенного среди экспертов-медиков:

$$\bar{\sigma}_R = 2,87, m_\sigma = 1,41.$$

$\sigma_R < 1,46$ - хорошая согласованность;

$1,46 \leq \sigma_R \leq 4,28$ – средняя согласованность;

$\sigma_R > 4,28$ – низкая согласованность.

Распределение показателей качества тканей медицинского назначения в зависимости от согласованности мнений экспертов представлено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Распределение ПК тканей медицинского назначения по степени согласованности мнений экспертов

Согласованность мнений экспертов	Опрос экспертов-преподавателей	Опрос экспертов-медиков
Хорошая	Антибактериальные свойства, вид переплетения	Воздухопроницаемость
Средняя	Линейная плотность пряжи, плотность ткани (число нитей на 100 мм), поверхностная плотность ткани, разрывная нагрузка, несминаемость, стойкость к истиранию, пиллингуемость, гигроскопичность, воздухопроницаемость, усадка после стирки, соответствие художественно-эстетического оформления современному направлению моды, степень белизны	Линейная плотность пряжи, плотность ткани (число нитей на 100 мм), вид переплетения, поверхностная плотность ткани, сырьевой состав, разрывная нагрузка, несминаемость, пиллингуемость, гигроскопичность, антибактериальные свойства, усадка после стирки, соответствие художественно-эстетического оформления современному направлению моды, степень белизны
Низкая	Сырьевой состав, устойчивость окраски к различным воздействиям	Стойкость к истиранию, устойчивость окраски к различным воздействиям

Расхождение во мнениях по отдельным показателям качества двух групп экспертов возможно вызвано разным подходом к изучаемому вопросу: для экспертов-преподавателей, это чисто теоретический подход, для экспертов-медиков – практический подход, с точки зрения потребителей. Кроме того, как отмечалось ранее, некоторые показатели неизвестны медицинским работникам. В экспертном опросе участвовали работники поликлиник разных профилей, для которых приоритетными являются разные показатели качества. Это наглядно проявилось в расхождении взглядов (низкое значение согласованности) медицинских работников на показатель устойчивость окраски к различным воздействиям. Одни сотрудники носят цветную одежду, для них важен показатель устойчивость окраски к различ-

ным воздействиям, другие – белую одежду и для них этот показатель не актуален. Низкая согласованность по этому показателю отмечается и у преподавателей.

Для оценки степени согласованности мнений групп экспертов применялся коэффициент ранговой корреляции [68]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (2.11)$$

где d - разность рангов двух групп экспертов для j -го показателя.

При оценке согласованности мнений экспертов-преподавателей и экспертов-медиков по ранжированию показателей качества (по средним значениям рангов) (таблица 2.9) получили следующее значение коэффициента ранговой корреляции:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 106,54}{17 \cdot (17^2 - 1)} = 0,87$$

Коэффициент корреляции является безразмерной величиной, изменяющейся в пределах $-1 < \rho < +1$. Чем ближе ρ к 1, тем с большим основанием можно говорить о тесной корреляционной связи между случайными величинами. Ошибку коэффициента ранговой корреляции рассчитывали по следующей формуле [68]:

$$\sigma = \frac{1 - \rho^2}{\sqrt{n}} \quad (2.12)$$

где ρ – коэффициент ранговой корреляции,

n – число показателей качества.

$$\sigma = 0,06$$

Значительная величина коэффициента ранговой корреляции ρ ($0,87 \pm 0,06$) подтверждает хорошую согласованность между различными группами экспертов. Таким образом, специальный опрос, проведенный среди групп специалистов, показал схожесть во взглядах на свойства исследуемых тканей.

Таблица 2.9 – Расчет коэффициента ранговой корреляции

Эксперты	Средние ранговые оценки показателей качества																
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
Преподаватели	14,8	12,8	14,2	10,0	7,4	11,0	6,3	6,4	10,7	5,6	5,6	7,8	1,1	6,3	9,0	7,5	16,5
Медики	14,7	12,5	13,1	10,6	4,0	12,2	5,0	10,0	5,4	5,8	2,7	10,4	5,2	7,6	6,4	10,4	17,0
<i>d</i>	0,1	0,3	1,1	-0,6	-3,4	-1,2	1,3	-3,6	-5,3	-0,2	2,9	-2,6	-4,1	-1,3	2,6	-2,9	-0,5
<i>d</i> ²	0,01	0,09	1,21	0,36	11,56	1,44	1,69	12,96	28,09	0,04	8,41	6,76	16,81	1,69	6,76	8,41	0,25

Таблица 2.10 – Расчет коэффициента парной корреляции

Эксперты	Коэффициенты значимости показателей качества																
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Преподаватели (X _i)	0,016	0,031	0,021	0,051	0,071	0,044	0,078	0,078	0,046	0,083	0,084	0,068	0,117	0,079	0,059	0,070	0,004
Медики (Y _i)	0,011	0,029	0,024	0,045	0,100	0,032	0,091	0,050	0,088	0,085	0,111	0,047	0,090	0,070	0,080	0,047	0
X _i – $\bar{X}$	-0,043	- 0,028	-0,038	-0,008	0,012	-0,015	0,019	0,019	-0,013	0,024	0,025	0,009	0,058	0,02	0	0,011	-0,055

Окончание таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$(X_i - \bar{X})^2$	0,0018 49	0,00 0784	0,00 1444	0,00 0064	0,00 0144	0,00 0225	0,00 0361	0,00 0361	0,00 0169	0,00 0576	0,00 0625	0,00 0081	0,00 3364	0,00 04	0 	0,00 0121	0,003025
$Y_i - \bar{Y}$	-0,048	- 0,03	-0,035	-0,014	0,041	-0,027	0,032	-0,009	0,029	0,026	0,052	- 0,012	0,031	0,011	0,021	-0,012	-0,059
$(Y_i - \bar{Y})^2$	0,0023 04	0,0009	0,001225	0,00 0196	0,00 1681	0,00 0729	0,00 1024	0,00 0081	0,00 0841	0,00 0676	0,00 2704	0,00 0144	0,00 0961	0,00 0121	0,00 0441	0,00 0144	0,00 3481
$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$	0,0020 64	0,00084	0,00133	0,00 0112	0,00 0492	0,00 0405	0,00 0608	-0,00 0171	-0,00 0377	0,00 0624	0,00 13	-0,00 0108	0,00 1798	0,00 022	0 	-0,00 0132	0,00 3245

Аналогичная оценка была проведена по согласованности мнений экспертов по коэффициентам значимости показателей качества Z_i . Такая оценка проводилась по величине коэффициента парной корреляции r [84]:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2.13)$$

где $X_i, Y_i, X_i - \bar{X}, Y_i - \bar{Y}$ – значения коэффициентов весомости для установленных ОПК,

$\bar{X}, \bar{Y}$ – средние значения.

Результаты расчета коэффициента парной корреляции приведены в таблице 2.10.

Значение коэффициента парной корреляции:

$$r = \frac{0,01225}{\sqrt{0,013593 \cdot 0,013653}} = 0,90$$

Ошибку коэффициента корреляции рассчитывали по следующей формуле [68]:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad (2.14)$$

где r – коэффициент корреляции,

n – число показателей качества.

$$m_r = 0,05$$

Высокая согласованность мнений между различными группами экспертов получилась при сравнении средних значений рангов и значений коэффициентов весомостей показателей качества. При высокой согласованности мнений экспертов в качестве итогового значения коэффициентов весомости (значимости) тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник принимаем среднее арифметическое значение коэффициентов весомости (значимости) тканей по результатам опроса экспертов-преподавателей и экспертов-медиков (таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Коэффициенты весомости показателей качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник

Показатели качества	Коэффициент весомости	Коэффициент весомости (скорректированный)
Антибактериальные свойства (X_{13})	0,104	0,142
Воздухопроницаемость (X_{11})	0,098	0,134
Сырьевой состав (X_5)	0,086	0,118
Гигроскопичность (X_{10})	0,084	0,115
Несминаемость (X_7)	0,084	0,115
Усадка после стирки (X_{14})	0,074	0,101
Художественно-эстетическое оформление (X_{15})	0,070	0,096
Пиллингуемость (X_9)	0,067	0,092
Стойкость к истиранию (X_8)	0,064	0,087
Степень белизны (X_{16})	0,058	-
Устойчивость окраски к различным воздействиям (X_{12})	0,057	-
Поверхностная плотность ткани (X_4)	0,048	-
Разрывная нагрузка (X_6)	0,038	-
Плотность ткани, число нитей на 10 см (X_2)	0,030	-
Вид переплетения (X_3)	0,022	-
Линейная плотность пряжи (X_1)	0,014	-
Устойчивость к многократным стиркам (X_{17})	0,002	-

Номенклатура определяющих показателей качества тканей медицинского назначения включает следующие определяющие показатели качества: антибактериальные свойства (0,142), воздухопроницаемость (0,134), сырьевой состав (0,118), гигроскопичность (0,115), несминаемость (0,115), усадка после стирки

(0,101), художественно-эстетическое оформление (0,096), пиллингуемость (0,092), стойкость к истиранию (0,087).

Следующим этапом оценки качества (после выбора номенклатуры определяющих показателей качества) является комплексное исследование этих показателей.

2.4. Обсуждения и выводы

Проведены исследования по систематизации и выбору номенклатуры определяющих показателей качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник. В качестве объектов исследования выбраны свойства и показатели качества этих тканей. Рассмотрены основные понятия, классификации свойств и показателей качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник.

В соответствии с классификацией, принятой в текстильном материаловедении, свойства текстильных материалов подразделяют на свойства строения и структуры, геометрические, механические, физические и химические.

В товароведении существует классификация потребительских свойств, в соответствии с которой свойства текстильной продукции подразделяют на свойства назначения (функционального и социального), надежности, эстетические, эргономические и др.

В квалиметрии показатели качества продукции классифицируют на группы: показатели назначения, показатели надежности, эргономические показатели, эстетические показатели, технические или технологические показатели, экологические показатели, показатели стандартизации и унификации, показатели безопасности, экономические показатели, патентно-правовые показатели.

При анализе и систематизации свойств тканей медицинского назначения использовались методы системного анализа, а именно причинно-следственная схема или схема Исикавы. Метод широко используется, т.к. прост и нагляден в применении, позволяет графически проанализировать взаимосвязи между каче-

ством тканей медицинского назначения и всевозможными факторами, оказывающими на нее влияние.

В результате построения схемы Исикавы и путем обсуждения ПК тканей медицинского назначения в трех турах были выделены основные показатели: сырьевой состав; несминаемость; стойкость к истиранию; гигроскопичность; воздухопроницаемость; антибактериальные свойства; усадка после стирки; соответствие художественно-эстетического оформления современному направлению моды.

Причинно-следственные схемы позволяют выделить наиболее значимые показатели, но не дают количественной оценки их значимости, которая необходима для комплексной оценки исследуемых тканей.

Количественная оценка значимости ПК тканей медицинского назначения была проведена с использованием экспертного метода.

В работе опрос проводился среди двух групп экспертов: среди специалистов, имеющих опыт работы по оценке качества тканей медицинского назначения (преподаватели ВУЗов), и потребителей продукции (медицинские работники поликлиник). Целью такого подхода к выбору ОПК являлась оценка предлагаемых ПК экспертами, имеющими разное отношение к исследуемым тканям, и анализ полученных результатов.

Для обработки результатов опроса применялась методика обсчета при неограниченном выборе показателей качества, когда экспертам предоставлялась возможность дополнить список новыми показателями.

Статистическая обработка результатов сводилась к подсчету коэффициента конкордации, оценке значимости по критерию Пирсона и определению коэффициентов весомостей оцениваемых показателей.

Согласованность мнений специалистов по отдельным показателям проверялась по величине среднего квадратического отклонения.

Оценка степени согласованности мнений экспертов-преподавателей и экспертов-медиков по ранжированию показателей качества (по средним значениям рангов) подсчитывалась с использованием коэффициента ранговой корреляции.

Отмечалась значимая, хорошая согласованность экспертов ($\rho=0,87$). Специальный опрос выявил схожесть во взглядах на значимость ПК исследуемых тканей.

Аналогичная оценка была проведена по согласованности мнений экспертов по коэффициентам значимости показателей качества. Значение коэффициента корреляции $r=0,90$ (при ошибке 0,05).

При высокой согласованности мнений экспертов принималось среднее арифметическое значение коэффициентов весомости (значимости) тканей по результатам опроса экспертов-преподавателей и экспертов-медиков коэффициентов.

По результатам проведенного экспертного опроса для тканей медицинского назначения можно сделать следующие выводы:

- для систематизации и анализа показателей качества тканей медицинского назначения целесообразно использовать классификации свойств тканей, принятые в текстильном материаловедении и товароведении текстильных изделий, и классификацию показателей качества, принятую в квалиметрии;

- для систематизации и анализа показателей качества тканей медицинского назначения наиболее эффективным методом является метод причинно-следственной диаграммы (схемы Исикавы);

- по результатам анализа причинно-следственной схемы свойств и показателей качества тканей медицинского назначения были установлены следующие ОПК: сырьевой состав; несминаемость; стойкость к истиранию; гигроскопичность; воздухопроницаемость; антибактериальные свойства; усадка после стирки; соответствие художественно-эстетического оформления современному направлению моды;

- оценку согласованности мнений экспертов по отдельным ПК целесообразно проводить по величине среднего квадратического отклонения. Для установления границ различных градаций согласованности рекомендовано использовать среднее значение среднего квадратического отклонения с учетом гарантийной ошибки;

- при оценке значимости ПК исследуемых тканей двух групп экспертов: экспертов-преподавателей и экспертов-медиков установлена хорошая согласованность. Согласованность определялась по средним значениям рангов (значение коэффициента ранговой корреляции – 0,87 при ошибке 0,06) и по коэффициентам весомости (значение коэффициента парной корреляции составило 0,90 при ошибке 0,05);

- определяющими показателями качества для тканей медицинского назначения являются: антибактериальные свойства (0,142), воздухопроницаемость (0,134), сырьевой состав (0,118), гигроскопичность (0,115), несминаемость (0,115), усадка (0,101), художественно-эстетическое оформление (0,096), пиллингуемость (0,092), стойкость к истиранию (0,087).

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В главе 2 были установлены определяющие показатели качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник: антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, сырьевой состав, гигроскопичность, несминаемость, усадка после стирки, художественно-эстетическое оформление, пиллингуемость, стойкость к истиранию.

В данной главе проводилось исследование ОПК тканей медицинского назначения, а также применена методика исследования кинетики их изнашивания под действием основных факторов износа – стирки и истирания.

3.1. Выбор объектов и общая методика исследования

В качестве объектов исследования были выбраны 17 образцов хлопчатобумажных, льняных и смешанных тканей. Ткани условно были разделены на 3 группы. В группу 1 вошли ткани, выполненные на производстве «Вологодский льнокомбинат» (4 образца). Группа 2 состоит из образцов тканей для одежды медицинского назначения, представленной в специализированных магазинах (10 образцов). В группу 3 входят образцы тканей производства ООО «Чайковский текстиль» (3 образца).

Общая характеристика исследуемых образцов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика тканей медицинского назначения

Вид образца	Характеристики тканей							
	Сырьевой состав		Вид переплетения*	Линейная плотность нитей*, текс		Поверхностная плотность ткани*, г/м ²	Плотность ткани*, нитей/10см	
	Основа	Уток		Основа	Уток		По основе	По утку
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	полотняное	40,0	40,0	162	191	203

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.2	67% хлопок, 33% поли- эфирное во- локно	100% лен	полот- няное	40,0	42,0	152	189	179
1.3	67% хлопок, 33% поли- эфирное во- локно	100% лен	полот- няное	40,0	33,5	138	189	202
1.4	67% хлопок, 33% поли- эфирное во- локно	100% лен	полот- няное	40,0	41,0	148	195	179
2.1	35% хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	35 % хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	полот- няное	14,4	14,0	119	568	287
2.2	35% хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	35% хлопок 65% поли- эфирное во- локно	сарже- вое	31,6	44,8	201	363	236
2.3	35% хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	35 % хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	сарже- вое	32,6	32,2	210	390	237
2.4	50% хлопок, 50% поли- эфирное во- локно	50% хлопок, 50 % поли- эфирное во- локно	сарже- вое	15,1	15,1	119	500	278
2.5	100% хлопок	100% хлопок	полот- няное	30,2	34,4	165	280	234
2.6	55% лен 45% хлопок	55% лен 45% хлопок	полот- няное	28,6	38,0	112	174	172
2.7	100% лен	100% лен	полот- няное	42,5	55,6	184	174	177
2.8	100% поли- эфирное во- локно	100% поли- эфирное во- локно	полот- няное	14,0	13,0	110	524	270
2.9	65% поли- эфирное во- локно, 35% вискоз- ное волокно	65% поли- эфирное во- локно, 35% вискоз- ное волокно	сарже- вое	18,0	22,0	150	464	274
2.10	60% хлопок, 40% поли- эфирное во- локно	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	сарже- вое	13,5	22,5	130	520	280

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.1	35% хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	35 % хлопок, 65% поли- эфирное во- локно	сарже- вое	27,4	32,0	180	451	224
3.2	60% хлопок, 40% поли- эфирное во- локно	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	полот- няное	22,4	24,8	150	384	294
3.3	60% хлопок, 40% поли- эфирное во- локно	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	сарже- вое 2/1	25,6	28,0	180	436	238

* – фактические значения образцов тканей при относительной ошибке результатов испытаний не более 10%.

В качестве исследуемых образцов были выбраны ткани с различными характеристиками. В основном это смесовые ткани с различным вложением хлопковых, льняных, полиэфирных и вискозных волокон, полотняного или саржевого переплетения. При выработке тканей использована пряжа линейных плотностей в интервале от 13,0 текс до 55,6 текс. Поверхностная плотность образцов тканей медицинского назначения находится в пределах от 110 г/м² до 210 г/м². Плотность тканей представлена в диапазоне от 172 нитей/10 см до 568 нитей/10 см.

Ткани группы 1 были изготовлены на предприятии «Вологодский льнокомбинат». Ткани имеют антибактериальную обработку триклозаном на стадии их изготовления по методу крейзинга.

В качестве образцов для группы 2 были выбраны ткани различного сырьевого состава и структурных характеристик, которые наиболее часто используются для пошива медицинской одежды, широко представлены в специализированных магазинах и пользуются спросом у сотрудников поликлиник.

Для группы 3 были отобраны следующие образцы тканей производства ООО «Чайковский текстиль». Образец 3.1 – ткань «Премьер стандарт 180», артикул 81424. Ткань рекомендована для летней и зимней корпоративной одежды в сфере медицины, сервиса и пищевой промышленности [7]. Ткань представлена с малоусадочной отделкой и с отделкой «стирай – носи» (ткань не требует глаже-

ния после стирки, обладает высокими показателями несминаемости). Образец 3.2 – ткань «Панацея Cotton Rich 150», артикул 18012. Ткань рекомендована для пошива медицинской одежды, выполнена с мягкой и малоусадочной отделкой. Образец 3.3 – ткань «Патруль Cotton Rich 180», артикул 18444 – рекомендована для пошива летней форменной одежды. Ткань выполнена с малоусадочной отделкой [7].

Практический интерес представляет исследование отобранных в результате экспертного опроса показателей качества различных вариантов тканей медицинского назначения с целью выявления образцов, обладающих лучшими потребительскими свойствами. Исследования ОПК тканей медицинского назначения проводились по стандартным методикам [85-89]. Нормативная база для испытаний приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Нормативная база методик испытаний

Наименование исследуемого показателя	Наименование нормативного документа	
	Методы испытаний	Нормы значений
Антибактериальные свойства	МУ № 28-6/32	МУ № 28-6/32
Воздухопроницаемость	ГОСТ 12088	ГОСТ 15968, ГОСТ 29298, ГОСТ 29223
Гигроскопичность	ГОСТ 3816	ГОСТ 15968, ГОСТ 29298, ГОСТ 29223
Несминаемость	ГОСТ 19204	ГОСТ 15968, ГОСТ 29223, ГОСТ 29298
Усадка после стирки	ГОСТ 30157.0 ГОСТ 30157.1	ГОСТ 15968, ГОСТ 29298, ГОСТ 29223
Художественно-эстетическое оформление	[90]	[90]
Пиллингуемость	ГОСТ 14326	ГОСТ 15968, ГОСТ 29298, ГОСТ 29223
Стойкость к истиранию	ГОСТ 18976	ГОСТ 15968, ГОСТ 29298, ГОСТ 29223

Обработка результатов испытаний проводилась с использованием методов математической статистики и сводилась к нахождению сводных выборочных ха-

рактистик. Относительная ошибка результатов испытаний не превышала 10%, что говорит о среднем качестве проведенных исследований.

3.2. Исследование определяющих показателей качества тканей медицинского назначения

В работе результаты исследования показателей качества тканей медицинского назначения представлены по степени убывания значимости ОПК тканей, выявленных в ходе проведенного экспертного опроса.

Исследование антибактериальных свойств тканей медицинского назначения

Антибактериальные свойства – наиболее весомый с точки зрения экспертов показатель качества тканей медицинского назначения (коэффициент весомости показателя 0,142).

Ткани группы 1 были обработаны триклозаном на стадии их изготовления. Технология модифицирования с целью добавления антибактериальных компонентов осуществлялась по методу крейзинга. Крейзинг получается в процессе ориентационного вытягивания нитей, которое происходит в жидкой среде. Нить проходит через специальную установку, «ванну» с раствором триклозана. На поверхности химических волокон образуются крейзы (поры). В жидкой среде крейзы наполняются жидким компонентом, что позволяет ввести в структуру волокна множество различных добавок. В результате данного технологического процесса частицы триклозана распределяются равномерно, достаточно близко к поверхности волокон. С помощью процесса крейзинга удастся плотно закрепить частицы триклозана на волокнах материала.

Ткани группы 2 не подвергались специальной антибактериальной обработке, только шлихтованию на стадии заключительной отделки. В этой группе представляют интерес образцы тканей 2.6 и 2.7, т.к. в их составе присутствует лен (55% и 100% соответственно). Лен, как известно, природный антисептик.

Ткани производства Чайковский текстиль имеют антибактериальную отделку AntiBacterial, производства швейцарской компании «Sanitized AG».

Практический интерес представляли результаты исследования противодействия тканей микроорганизмам.

В зависимости от антимикробного или противогрибкового действия все тесты делятся на 3 группы: диффузионные (используются для мигрирующих препаратов), количественные и счетные [91].

В работе использовались диффузионные (качественные) методы оценки, которые помогают определить наличие обработки материалов антимикробными или противогрибковыми препаратами.

Исследования образцов тканей на содержание антимикробной активности были проведены в институте хирургии имени А.В. Вишневского. Испытания проводились в соответствии с МУ № 28-6/32 «Методические указания по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты». Изучение антимикробной активности тканей проводят с помощью методов:

- «агаровых пластин»;
- капельного и аэрозольного нанесения тест-микроорганизмов на тест-образцы;
- суспензионного.

Метод «агаровых пластин» позволяет дать качественную оценку наличия антимикробной активности исследуемых тканей. Капельный метод используется для определения количественной оценки антимикробной активности исследуемых образцов. Суспензионный метод позволяет определить зависимость антимикробной активности тканей от микробной нагрузки [91].

Выбор метода исследования зависит от типа препарата и метода его нанесения.

Для определения антибактериальных свойств образцов в работе был выбран метод «агаровых пластин» [92]. Данный метод используется только для мигрирующих биоцидных препаратов, к числу которых относится триклозан.

Для проведения испытаний в лаборатории были отобраны пробы тканей размерами 2×2 см. Пробы были помещены на чашки Петри с питательным агаром. Чашки с испытуемым материалом культивировались в лаборатории в течение 24-48 часов. Перед нанесением на засеянный микроорганизмами газон образцы были увлажнены, микробная нагрузка составила 10^5 КОЕ/мл, зону задержки роста измеряли от края образца. Показатель эффективности – зона задержки роста не менее 4 мм. В качестве испытуемых микроорганизмов были представлены госпитальные штаммы эпидермального стафилококка (*staphylococcus epidermidis*) и синегнойной палочки (*pseudomonas aeruginosa*).

На рисунках 3.1 и 3.2 представлен вид образцов при проведении испытаний.

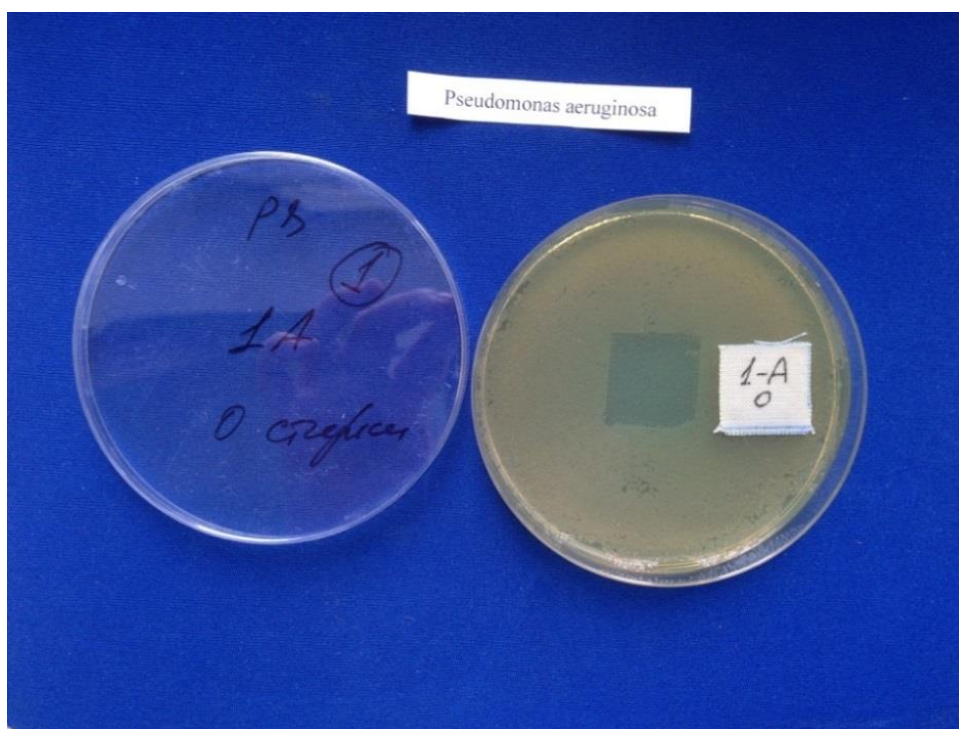


Рисунок 3.1 – Исследование на антимикробное действие против синегнойной палочки образца ткани 1.1 группы 1



Рисунок 3.2 – Исследование на антимикробное действие против эпидермального стафилококка образца ткани 1.4 группы 1

Значения антимикробной активности образцов тканей представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты определения антимикробной активности тканей медицинского назначения

Вид образца	Антимикробная активность, мм (диаметр зоны задержки роста микроорганизмов)	
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
1	2	3
1.1	2	2
1.2	2	2
1.3	5	2
1.4	5	2
2.1	2	1
2.2	2	1
2.3	2	1
2.4	2	1

Окончание таблицы 3.3

1	2	3
2.5	2	1
2.6	2	1
2.7	2	1
2.8	2	1
2.9	2	1
2.10	2	1
3.1	2	1
3.2	2	1
3.3	2	1
Примечания: 1. Перед нанесением на засеянный микроорганизмами газон образцы увлажнены. 2. Микробная нагрузка 10^5 КОЕ/мл. 3. Зону задержки роста измеряли от края образца.		

Образцы тканей гр. 1 показали высокую антимикробную активность (зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2-5 мм, синегнойной палочки 2 мм). Ткани сохранили такие показатели в борьбе с эпидермальным стафилококком в течение 5 стирок, после чего антимикробная активность чуть снизилась, ткани в течение следующих 10 стирок проявили бактериостатичные свойства. Образцы тканей гр. 2 и гр. 3 показали следующие результаты: зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2 мм, синегнойной палочки 1 мм. После стирки образцы гр. 2 потеряли антимикробную активность, исключение составили образцы 2.6 и 2.7, которые в течение 10 стирок проявили бактериостатичные свойства с испытуемыми микроорганизмами. Ткани производства «Чайковский текстиль» сохранили свои свойства в борьбе с эпидермальным стафилококком в течение 10 стирок (зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2 мм). Что касается госпитальной синегнойной палочки, то все образцы бактериостатичны. Под образцами роста нет. Это тоже яв-

ляется хорошим результатом, учитывая, что испытания проводились с госпитальными штаммами.

Исследование воздухопроницаемости тканей медицинского назначения

Воздухопроницаемость стала вторым по значимости показателем качества тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник (коэффициент весомости показателя 0,134).

Воздухопроницаемостью называют способность материала пропускать через себя воздух [93]. Воздухопроницаемость текстильных полотен характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости, который показывает количество воздуха в кубических дециметрах, проходящего через 1 м² поверхности полотна за 1 с при постоянной разности давлений по обе стороны пробы. При разности давлений $p = p_1 - p_2$ (Па) коэффициент воздухопроницаемости [дм³/(м²с)] определяется по формуле [93]:

$$B_p = \frac{V}{F \cdot T} \quad (3.1)$$

где V – объем воздуха, прошедшего через образец, дм³;

F – площадь образца, м²;

T – время прохождения воздуха, с.

В соответствии с ГОСТ 12088 [94] воздухопроницаемость (Q) в дм³/м²с каждой точечной пробы, куска или изделия вычисляют по формуле:

$$Q = \frac{V_{cp} \cdot 10000}{S} \quad (3.2)$$

где V_{cp} – средний расход воздуха по одной точечной пробе, куску или изделию, дм³/с;

S – испытываемая площадь, см².

Методика определения воздухопроницаемости приведена в ГОСТ 12088 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости» [94]. Данный показатель определяют на приборе ВПТМ – 2.

Результаты проведенных испытаний образцов тканей приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты определения воздухопроницаемости тканей медицинского назначения

Вид образца	Площадь столика, см ²	Высота подъема h _{сп} , мм	Коэффициент воздухопроницаемости В _р , дм ³ /м ² ·с	Нормы стандартов, не менее, дм ³ /м ² ·с	Размах вариации R, дм ³ /м ² ·с	Среднее квадратическое отклонение S, дм ³ /м ² ·с	Коэффициент вариации С, %
1.1	10	37,3	137,0	100	23,0	8,5	6,2
1.2	5	41,6	294,0	100	86,0	29,1	9,9
1.3	5	44,0	302,0	100	76,0	29,8	9,9
1.4	5	41,4	294,0	100	74,0	26,7	9,1
2.1	20	25,2	55,0	80	6,5	2,6	4,7
2.2	20	29,6	60,5	80	6,5	2,5	4,1
2.3	20	24,8	55,0	80	14,5	5,3	9,8
2.4	20	54,4	83,5	100	14,5	6,2	7,4
2.5	5	22,8	210,0	100	50,0	20,0	9,6
2.6	2	130,4	1335,0	100	105,0	52,8	4,0
2.7	5	92,0	440,0	100	86,0	63,5	14,5
2.8	10	116,0	251,0	80	14,0	5,0	2,0
2.9	10	84,0	209,0	80	12,0	5,7	2,7
2.10	5	77,0	200,0	100	14,0	5,6	1,4
3.1	50	115,4	49,8	80	7,4	2,9	5,8
3.2	20	47,6	79,5	100	16,5	6,5	8,4
3.3	20	15,2	42,0	100	5,5	2,1	4,9

Сравнительный анализ воздухопроницаемости тканей выявил следующее. Коэффициент воздухопроницаемости образцов 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2 и 3.3 ниже установленных стандартами нормативов. Отклонение составляет 16-58%. Это смесовые ткани, состоящие из хлопкового и полиэфирного волокна различного процентного соотношения с высокими значениями плотности ткани по основе (363-568 нитей/10см) и утку (224-294 нитей/10см) саржевого и полотняного переплетения. Ткани имеют различного рода отделки (малоусадочную, антибактериальную, отделку «стирай – носи»). Наибольшие значения коэффициента воздухо-

проницаемости отмечаются у тканей из натуральных волокон 2.6 ($1335 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$), 2.7 ($440 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$), 1.3 ($302 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$), 1.2 и 1.4 ($294 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$). Все ткани полотняного переплетения со средними значениями плотности ткани по основе и утку (172-202 нитей/10см). Наибольшая воздухопроницаемость отмечается у тканей из натуральных волокон 2.6 и 2.7 (45% хлопок+55% лен, 100% лен), либо тканей с 67% волокон хлопка в основе и 100% содержанием льна в утке. У этих образцов отмечаются самые низкие значения плотности ткани по основе и утку из всех исследуемых вариантов тканей. У образца 2.6 – разреженная структура.

Наибольшая неровнота по воздухопроницаемости отмечается у образцов 2.7, 1.2, 1.3, 2.3, 2.5 и 1.4, значения коэффициентов вариации колеблются в диапазоне 14,5 – 9,2%. Это можно объяснить неровнотой по линейной плотности и пороками внешнего вида пряжи. Из шести образцов четыре состоят из волокон льна (1.2, 1.3, 1.4, 2.7). Результаты проведенных исследований пряжи показали, что льняная пряжа отличается большим числом пороков внешнего вида – утонений, утолщений, непсов.

Наименьшая неровнота по воздухопроницаемости отмечается у образцов 2.10 (1,4%), 2.8 (2,0%) и 2.9 (2,7%). Образцы 2.10 и 2.9 – смесовые ткани с содержанием полиэфирного волокна 40% и 65% соответственно. Образец 2.8 состоит из 100% полиэфирного волокна.

Исследование гигроскопичности тканей медицинского назначения

Гигроскопичность (%) – способность материала поглощать влагу из окружающей среды, имеющую относительную влажность воздуха 98% (коэффициент весомости показателя «гигроскопичность» – 0,115) [55].

Гигроскопичность определяют в соответствии с ГОСТ 3816 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств» [95].

Гигроскопичность вычисляют по формуле:

$$H = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100 \quad (3.2)$$

где m_B – масса увлажненной элементарной пробы, г.;

m_C – масса элементарной пробы после высушивания до постоянной массы, г.

Результаты определения данного показателя представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты определения гигроскопичности тканей медицинского назначения

Вид образца	Масса пробы выдержанной, г.		Гигроскопичность H , %	Нормы стандартов, не менее, %
	В эксикаторе с водой, m_B	В сушильном шкафу, m_C		
1.1	1,70	1,64	3,7	12,0
1.2	1,81	1,59	15,3	7,0
1.3	1,65	1,44	13,2	7,0
1.4	1,79	1,53	16,9	7,0
2.1	1,27	1,25	3,0	4,0
2.2	2,27	2,23	4,0	4,0
2.3	2,23	2,20	4,0	4,0
2.4	1,53	1,50	5,0	12,0
2.5	1,63	1,59	4,0	15,0
2.6	1,78	1,71	9,0	7,0
2.7	1,21	1,15	8,0	7,0
2.8	1,22	1,22	2,7	4,0
2.9	1,31	1,31	3,6	6,0
2.10	1,66	1,66	3,1	12,0
3.1	2,05	2,05	2,9	4,0
3.2	1,72	1,72	3,6	12,0
3.3	2,03	2,03	2,5	12,0

Сравнительный анализ гигроскопичности исследуемых тканей показал, что гигроскопичность образцов 1.1, 2.1, 2.5, 2.8, 2.9, 2.10, 3.1, 3.2 и 3.3 ниже установ-

ленных стандартами нормативов. В основном, это смесовые ткани, состоящие из хлопкового и полиэфирного волокна различного процентного соотношения с высокими значениями плотности ткани. Ткани имеют различного рода отделки. Наибольшие значения гигроскопичности отмечаются у образцов тканей 1.4 (16,9%), 1.2 (15,3%) и 1.3 (13,2%). Эти ткани имеют полотняное переплетение со средними значениями плотности ткани по основе и утку (179-202 нитей/10см). Образцы тканей 1.4, 1.2 и 1.3 по утку состоят из 100 % льняного волокна, что может способствовать повышению гигроскопических свойств.

Исследование несминаемости тканей медицинского назначения

Несминаемость – свойство материала сопротивляться смятию и восстанавливать первоначальное состояние после снятия усилия, вызывающего изгиб (коэффициент весомости показателя – 0,115) [55].

Несминаемость определяется в соответствии с ГОСТ 19204 «Полотна текстильные и штучные изделия. Метод определения несминаемости» [96].

За критерий оценки несминаемости текстильных полотен принят коэффициент несминаемости K_n (%) [55, 96]:

$$K_n = \frac{\alpha}{180} \cdot 100 \quad (3.3)$$

где α – угол восстановления пробы;

180 – угол полного сгиба пробы.

В соответствии с ГОСТ 19204 несминаемость каждой точечной пробы текстильного полотна или штучного изделия в продольном или поперечном направлениях (X) в процентах вычисляют [96]: $X = \frac{\alpha_{cp}}{\gamma} \cdot 100$,

где α_{cp} – среднее арифметическое результатов измерения углов восстановления

для каждого направления полотна, градус, равное $\frac{\sum \alpha_i}{n}$;

α_i – отдельный результат измерения угла восстановления, градус;

n – число испытаний;

γ – угол полного сгиба элементарной пробы, равной 180^0 .

Результаты определения несминаемости тканей приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты определения несминаемости тканей медицинского назначения

Вид образца	Угол восстановления α , град	Несминаемость, %	Нормы стандартов, не менее, %
1.1	63,3	35,2	–
1.2	38,3	21,3	–
1.3	23,3	13,0	–
1.4	42,0	23,3	–
2.1	79,0	43,9	55,0
2.2	104,0	57,8	55,0
2.3	108,6	60,3	55,0
2.4	85,2	47,3	–
2.5	85,8	47,7	–
2.6	54,0	30,0	42,0
2.7	40,2	22,3	42,0
2.8	95,4	53,0	48,0
2.9	89,2	49,6	35,0
2.10	92,2	51,2	–
3.1	116,0	64,4	55,0
3.2	113,4	59,9	–
3.3	106,0	58,9	–

По показателю «несминаемость» не для всех тканей установлены нормы стандарта. Для хлопчатобумажных и смешанных (выработанных из пряжи, содержащей хлопковое волокно с вложением не более 50% химических волокон или нитей) тканей этот норматив отсутствует. Для остальных исследуемых тканей анализ результатов установил, что значения несминаемости у образцов 2.7, 2.6 и 2.1 не укладываются в нормы стандарта. Значение коэффициента несминаемости у этих образцов в 1,9 и 1,4 и 1,3 раза соответственно ниже установленной нормы. Это можно объяснить сырьевым составом тканей (100% лен и 45% хлопок+55% лен). Наилучшее значение коэффициента несминаемости отмечается у тканей 3.1, 2.3, 3.2, 3.3, 2.2, превышение норм в 1,2-1,1 раза. Это смесовые ткани, состоящие из хлопкового и полиэфирного волокна различного процентного соотношения, с

высокими значениями плотности ткани по основе и утку преимущественно саржевого переплетения. Образец 3.1 имеет отделку «стирай – носи».

Исследование усадки после стирки тканей медицинского назначения

Усадкой называется изменение размеров изделий вследствие каких-либо воздействий (коэффициент весомости показателя – 0,101) [93].

Изменение размеров после мокрых обработок определяется по ГОСТ 30157.0 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения» [97] и по ГОСТ 30157.1 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок» [98].

Изменение размеров характеризуется отношением изменения расстояния между метками элементарной пробы после мокрой обработки к первоначальному расстоянию и выражается в процентах [55].

Изменение размеров λ после мокрой обработки в направлении основы λ_o и утка λ_y , %, вычисляют по формуле [97]:

$$\lambda = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100, \quad (3.4)$$

где L_1 – расстояние между метками после обработки, мм;

L_0 – расстояние между метками до обработки, мм.

Результаты испытаний представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Результаты определения усадки тканей медицинского назначения

Вид об- разца	Изменение линейных размеров по основе, мм					Изменение линейных размеров по утку, мм					Усадка, %		Нормы стандартов, не более, %	
	1	2	3	Сумма	Среднее значение	1	2	3	Сумма	Среднее значение	Основа	Уток	Основа	Уток
1.1	195	194	194	583	194,3	192	192	193	577	192,3	-2,85	-3,85	-2,00	±2,00
1.2	195	193	194	582	194,0	192	190	191	573	191,0	-3,00	-4,50	-2,00	-4,00
1.3	197	196	195	588	196,0	190	189	188	567	189,0	-2,00	-5,50	-2,00	-4,00
1.4	197	195	197	589	196,3	190	190	190	570	190,0	-1,85	-5,30	-2,00	-4,00
2.1	198	198	199	595	198,3	199	198	199	596	198,7	-0,85	-0,65	-3,50	±2,00
2.2	200	200	200	600	200,0	199	198	199	596	198,8	0,00	-1,20	-3,50	±2,00
2.3	200	199	200	599	199,7	198	197	198	593	197,8	-0,15	-1,10	-3,50	±2,00
2.4	200	199	200	599	199,7	200	198	198	596	198,7	-0,15	-0,65	-2,00	±2,00
2.5	199	198	198	595	198,3	200	199	200	599	199,8	-0,85	-0,10	-2,00	±2,00
2.6	188	191	193	572	190,7	200	200	200	600	200,0	-4,65	0,00	-6,00	-4,00
2.7	194	196	196	586	195,3	200	198	196	594	198,0	-2,35	-1,00	-6,00	-4,00
2.8	200	200	200	600	200,0	199	199	199	597	199,0	-0,65	-0,50	-3,50	±2,00
2.9	197	198	198	593	197,8	197	197	196	590	196,7	-1,10	-1,70	-3,50	±2,00
2.10	197	197	197	591	197,0	197	197	197	591	197,0	-1,50	-1,50	-2,00	±2,00
3.1	199	199	199	597	199,0	199	199	199	597	199,0	-0,50	-0,50	-3,50	±2,00
3.2	199	199	199	597	199,0	198	198	200	596	198,8	-0,50	-0,65	-2,00	±2,00
3.3	198	197	198	593	199,0	198	197	198	593	197,6	-0,50	-1,17	-2,00	±2,00

По показателю «усадка» (изменение размеров после мокрой обработки) не укладываются в нормы стандарта значения усадки у образцов 1.1, 1.2 (по основе и утку), 1.3 и 1.4 (по утку). Превышение нормативов по основе составляет 1,4-1,5 раза, по утку 1,1-2,7 раза. Значительное превышение установленных норм можно объяснить тем, что сырьевой состав образцов 1.2 и 1.3 по утку содержит 100% льняное волокно. Для образцов группы 2 и 3 наибольшее значение усадки отмечается у тканей из натуральных волокон (образцы 2.6 и 2.7). Наименьшая усадка отмечается у образцов, представляющих собой смешанные ткани, с преобладающим содержанием химических волокон, значения усадки у них изменяются в незначительном диапазоне как по основе (0,00-1,50%), так и по утку (от -0,10% до -1,70%). Образцы 3.1, 3.2 и 3.3 имеют малоусадочную пропитку, значения усадки у них: по основе -0,50%, по утку от -0,50% до -1,17%.

Оценка художественно-эстетического оформления тканей медицинского назначения

Эстетические показатели, как правило, вызывают начальный интерес потребителей к той или иной продукции. Конечно, они наиболее важны для тканей бытового назначения, но не только. Любое текстильное изделие, включая ткани технического и специального назначения, должны иметь привлекательный внешний вид и доставлять эстетическое удовлетворение потребителю, как при покупке, так и при дальнейшем использовании.

Внешний вид медицинской одежды, а, следовательно, и материалов для нее имеет определяющее значение как для сотрудников поликлиник при совершении покупки своей рабочей формы, так и для пациентов, так как внешний вид персонала, являясь частью корпоративной культуры, формирует, в том числе, лояльность клиентов к организации.

Учитывая важность внешнего вида материалов в общей оценке качества (коэффициент весомости показателя – 0,096), в нормативной документации на текстильные изделия устанавливаются следующие требования: готовые ткани по

художественно-эстетическим показателям должны соответствовать образцам-эталонам, утвержденным в соответствии с требованиями ГОСТ 15.007 [20, 21].

При оценке художественно-эстетических показателей следует учитывать следующие требования [90, 99], которые распространяются на органолептические показатели:

- художественно-колористическое оформление (соответствие рисунка и цвета современному направлению моды);
- структура (волокнистый состав, переплетение, плотность и т.д.);
- отделка (наличие специальных обработок, наполненность аппретом, качество крашения, отсутствие дефектов, туше и др.).

При этом предусмотрена органолептическая-экспертная оценка этих показателей в условных единицах – баллах.

Требования к художественно-эстетическим показателям тканей формулируются дифференцированно с учетом волокнистого состава и назначения.

Обработка данных экспертной оценки обычно заключается в подсчете сводных характеристик: среднего, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации.

В работе применительно к тканям медицинского назначения была применена условная максимальная оценка в баллах по 40-балльной шкале [90, 99] (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Органолептическая 40-балльная оценка художественно-эстетических показателей качества тканей

Художественно-эстетические показатели тканей	Максимальная оценка показателей в баллах
Художественно-колористическое оформление	21
Структура	10
Отделка	9
Всего	40

Для определения художественно-эстетического оформления был проведён экспертный опрос. В качестве экспертов были приглашены эксперты-преподаватели РГУ им. А.Н. Косыгина. Им было предложено оценить художественно-эстетическое оформление тканей медицинского назначения по представленной 40-балльной шкале.

Результаты опроса представлены в таблице 3.9.

Для оценки согласованности мнений экспертов по каждому образцу был рассчитан коэффициент вариации [55]. Окончательное решение по художественно-эстетическому оформлению принимают при «высокой» (значение коэффициента вариации $C < 10\%$) или «выше средней» (значение коэффициента вариации $C = 11-15\%$) согласованности экспертных оценок.

Результаты расчётов сведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Результаты определения согласованности мнений экспертов

Вид образца	Коэффициент вариации, С, %	Оценка согласованности мнений экспертов
1.1	5,9	Высокая
1.2	12,5	Выше средней
1.3	7,3	Высокая
1.4	7,2	Высокая
2.1	11,1	Выше средней
2.2	5,7	Высокая
2.3	12,0	Выше средней
2.4	8,6	Высокая
2.5	5,9	Высокая
2.6	12,1	Выше средней
2.7	13,6	Выше средней
2.8	4,2	Высокая
2.9	4,0	Высокая
2.10	6,9	Высокая
3.1	7,7	Высокая
3.2	6,9	Высокая
3.3	12,2	Выше средней

Таблица 3.9 – Результаты оценки художественно-эстетического оформления тканей медицинского назначения

Вид об- разца	Эксперты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Средний балл	Размах ва- риации R, балл	Среднее квад- ратическое от- клонение S, балл	Коэффициент вариации, С, %
1.1	30	30	30	28	29	27	26	29	31	28	34	29,3	8	1,7	5,9
1.2	22	30	23	30	24	28	26	29	20	20	30	25,6	10	3,2	12,5
1.3	25	22	23	23	25	29	27	26	24	25	29	25,4	7	1,8	7,3
1.4	30	32	30	25	26	28	26	27	25	25	30	27,6	7	2,0	7,2
2.1	24	30	32	30	24	30	26	30	31	20	31	28,0	12	3,1	11,1
2.2	32	34	33	30	30	30	29	28	28	29	27	30,0	7	1,7	5,7
2.3	37	40	30	28	27	28	28	25	35	30	33	31,0	15	3,7	12,0
2.4	28	34	30	26	35	31	28	26	28	27	26	29,0	9	2,5	8,6
2.5	33	34	30	32	31	30	31	29	34	33	33	32,0	5	1,9	5,9
2.6	16	13	12	15	14	12	11	13	16	14	18	14,0	7	1,7	12,1
2.7	13	11	11	13	7	11	9	12	13	11	10	11,0	6	1,5	13,6
2.8	29	31	30	28	27	29	28	27	30	27	26	28,4	5	1,2	4,2
2.9	35	32	31	30	30	33	32	33	32	34	34	32,5	5	1,3	4,0
2.10	25	30	28	29	31	32	34	28	29	27	28	29,0	9	2,0	6,9
3.1	30	37	30	33	32	38	32	31	36	28	31	32,5	10	2,5	7,7
3.2	33	32	35	35	30	29	36	37	33	30	37	33,4	8	2,3	6,9
3.3	27	30	25	25	35	33	35	34	28	25	37	30,3	10	3,7	12,2

Все оценки экспертов имеют «высокую» и «выше средней» согласованность, следовательно, средние баллы можно принять за окончательное решение.

В результате опроса можно отметить, что самые низкие баллы получили ткани 2.7 (11 баллов) и 2.6 (14 баллов). Остальные образцы имеют достаточно ровные оценки выше средних (25,4 – 33,4 балла). Наиболее высокие баллы по художественно-эстетическому оформлению получили ткани третьей группы: ткань 3.2 (33,4 балла), ткань 3.1 (32,5 балла) и ткань 3.3 (30,3 балла).

Исследование пиллингуемости тканей медицинского назначения

Пиллингуемость – свойство материала образовывать на своей поверхности закатанные в комочки или косички концы волокон, называемые пиллями (коэффициент весомости показателя «пиллингуемость» – 0,092).

Пиллингуемость определяют по ГОСТ 14326 «Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости» [100].

За критерий пиллингуемости ткани принимают максимальный показатель количества пиллей на 10 см^2 пробы. Результаты определения пиллингуемости тканей представлены в таблице 3.11.

По показателю «пиллингуемость» не для всех тканей установлены нормы стандарта. Для хлопчатобумажных и смешанных тканей этот норматив отсутствует. Для остальных исследуемых тканей анализ результатов установил, что значения пиллингуемости у всех образцов укладываются в нормы стандарта. Наибольшее количество пиллей у образцов 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.2 и 3.2 (2 пилли на 10 см^2). По 1 пилли на 10 см^2 отмечается у образцов 2.1, 2.3, 2.4, 2.8, 2.9, 2.10, 3.1 и 3.3. Не зафиксированы пилли у тканей из натуральных волокон (образцы 2.5, 2.6, 2.7).

На пиллингуемость влияет сырьевой состав и строение полотен. Образование пиллей отмечается у тканей, в состав которых входят полиэфирные волокна. Помимо сырьевого состава пиллингуемость зависит и от строения полотен и пряжи (нитей). Чем лучше закреплены волокна в структуре, тем меньше их пиллингуемость.

Таблица 3.11 – Результаты определения пиллингуемости тканей медицинского назначения

Вид образца	Количество пиллелей на 10 см ² пробы						Количество пиллелей на 10 см ²	Нормы стандартов, не более, пилли на 10 см ²
	Циклы							
	100	300	600	1000	1500	2000		
1.1	2	2	1	2	1	1	2	—
1.2	2	1	1	1	1	1	2	—
1.3	2	2	1	1	1	1	2	—
1.4	2	1	1	1	1	1	2	—
2.1	0	0	1	1	1	1	1	5
2.2	1	1	2	1	1	1	2	5
2.3	1	1	1	1	1	1	1	5
2.4	1	1	1	1	1	0	1	—
2.5	0	0	0	0	0	0	0	—
2.6	0	0	0	0	0	0	0	4
2.7	0	0	0	0	0	0	0	4
2.8	1	0	0	1	0	0	1	4
2.9	1	1	0	0	0	0	1	4
2.10	1	1	0	0	0	0	1	—
3.1	1	1	1	0	1	1	1	5
3.2	1	2	1	1	1	1	2	—
3.3	1	1	1	1	1	1	1	—

Однако следует отметить, что пиллингуемость наблюдалась у тканей, для которых не установлены нормы стандарта, т.е. у которых пиллелей быть не должно. Это образцы 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.4, 2.10, которые представляют собой смешанные ткани, состоящие из хлопковых и полиэфирных волокон различного процентного соотношения (67% хлопок + 33% полиэфир; 50% хлопок + 50% полиэфир; 60% хлопок+40% полиэфир), в состав образцов 1.2, 1.3, 1.4 входит льняное волокно (уточные нити). У образцов 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 было зафиксировано 2 пилли на 10 см², у образцов 2.4 и 2.10 – 1 пилля на 10 см².

Исследование стойкости к истиранию тканей медицинского назначения

Изнашиванием называется процесс, протекающий во времени под действием каких-либо факторов и вызывающий ухудшение структуры и свойств материала и его разрушение. Конечным результатом изнашивания является *износ*.

Истирание – это один из видов изнашивания, при котором происходит существенная потеря массы материала, разрушаемого под действием трения. Способность материала сопротивляться разрушению от трения называется *стойкостью к истиранию* (коэффициент весомости показателя – 0,087) [93].

Испытания по определению стойкости к истиранию проводились в соответствии с ГОСТ 18976 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию» [101].

За показатель стойкости ткани к истиранию по плоскости принимают число циклов истирания, при котором произошло разрушение испытуемой ткани. Однако в настоящее время медицинские сотрудники крайне редко используют рабочую одежду до образования дыры. Как правило, решение о смене медицинской одежды принимается после ухудшения внешнего вида изделия, поэтому в работе испытания проводились по критериям: истирание по плоскости до разрушения пробы и истирание по плоскости до ухудшения внешнего вида. Результаты приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Результаты определения стойкости к истиранию по плоскости тканей медицинского назначения

Вид образца	Стойкость к истиранию по плоскости тканей, циклы		
	До разрушения пробы	До ухудшения внешнего вида	Нормы стандартов, не менее
1	2	3	4
1.1	5641	2168	–
1.2	3392	1931	3000
1.3	3358	580	3000
1.4	5000	1264	3000
2.1	11100	2300	2000
2.2	14450	1100	2000
2.3	14200	1500	2000
2.4	6500	1900	–
2.5	5000	1000	–
2.6	2300	800	–
2.7	3900	1015	3000
2.8	4018	2725	–

Окончание таблицы 3.12

1	2	3	4
2.9	5256	2228	2000
2.10	4863	2623	–
3.1	10231	2580	2000
3.2	8104	2871	–
3.3	6387	2051	–

По показателю «стойкость к истиранию» не для всех тканей установлены нормы стандарта. Для хлопчатобумажных и смешанных тканей этот норматив отсутствует. В ГОСТ 15968 «Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия» указано, что для тканей с элементами просвечивающегося переплетения нормы стойкости к истиранию не устанавливаются. Из этого следует, что для образца 2.6 отсутствуют нормы данного показателя.

Значения стойкости к истиранию для всех исследуемых образцов тканей соответствуют нормативным значениям.

Лучшими значениями по показателю «стойкость к истиранию по плоскости» обладают образцы 2.2 (14450 циклов), 2.3 (14200 циклов), 2.1 (11100 циклов), 3.1 (10231 цикл). Превышение норм стандарта у перечисленных образцов составляет 7,2-5,1 раз. Речь идет о смесовых тканях с сырьевым составом: 35% хлопок, 65% полиэфирное волокно. Перечисленные ткани имеют высокие значения поверхностной плотности и плотности ткани по основе и утку среди исследуемых тканей. Три образца из четырех саржевого переплетения.

Стойкость ткани к истиранию по плоскости до разрушения пробы является стандартным показателем, характеризующим предельные возможности материала. Однако в повседневной жизни эксплуатация одежды редко происходит до ее разрушения, когда она становится непригодной для дальнейшего использования. Причиной смены одежды становится ухудшение внешнего вида. Об этом свидетельствуют данные исследования потребительских предпочтений относительно одежды медицинского назначения. Анализ результатов установил, что наиболее важным фактором выбора одежды является внешний вид, а причиной смены одежды является его ухудшение.

В работе проводилось исследование стойкости к истиранию по плоскости до ухудшения внешнего вида. Сравнительный анализ выявил следующее. Наилучшие значения стойкости к истиранию до ухудшения внешнего вида у образцов 3.2 (2871 цикл), 2.8 (2725 циклов), 2.10 (2623 цикла), 3.1 (2580 циклов), 2.1 (2300 циклов). Это смесовые ткани, состоящие из хлопкового и полиэфирного волокна различного процентного соотношения с высокими значениями плотности ткани по основе и утку саржевого и полотняного переплетения. Наихудшие значения стойкости к истиранию по плоскости до ухудшения внешнего вида у образцов 1.3 (580 циклов), 2.6 (800 циклов) и 2.7 (1015 циклов). Это ткани следующего сырьевого состава: образец 1.3 – основа: 67% хлопок+33% полиэфир, уток: 100% лен, образец 2.6 – 45% хлопок+55% лен в основе и утке, образец 2.7 – 100% лен в основе и утке. Во всех трех образцах в том или ином виде присутствует льняное волокно. Ткани с небольшими значениями плотности ткани по основе и утку полотняного переплетения. Образец 2.6 разреженной структуры.

По результатам проведенных исследований был разработан и зарегистрирован Стандарт организации (Приложение В).

3.3. Изучение кинетики изнашивания тканей медицинского назначения

Для медицинского работника важной информацией является, как поведет себя выбранное изделие медицинского назначения в процессе эксплуатации, а именно, в процессе стирок, истирания и различных других воздействий. Важно, чтобы одежда прослужила как можно дольше, но при этом сохранила потребительские свойства. Ведь частая смена медицинской одежды в наши дни влечет за собой дополнительные затраты медицинских сотрудников поликлиник [102]. Таким образом, актуально исследование постепенного ухудшения свойств тканей – кинетики изнашивания.

В результате социологического опроса, проведенного среди медицинских сотрудников поликлиник, было выявлено, что главными причинами смены одежды является износ от истирания и ухудшение внешнего вида. Для тканей меди-

цинского назначения, используемых для одежды сотрудников поликлиник, можно выделить комбинированные факторы износа, среди которых наиболее существенны износ от стирки и износ от истирания (носки).

В работе были проведены исследования по определению кинетики изнашивания тканей медицинского назначения в зависимости от количества стирок и циклов истирания.

В качестве критериев постепенного ухудшения свойств тканей медицинского назначения в результате стирки были выбраны показатели: стойкость к истиранию и воздухопроницаемость, а в результате истирания – воздухопроницаемость. В процессе стирок определялся показатель «усадка», т.к. его исследование представляло практический интерес.

Методика изучения кинетики изнашивания тканей медицинского назначения в результате стирки сводилась к следующему: из каждого образца ткани был вырезан шаблон, размерами 500 мм × 500 мм. После этого были определены его исходные значения воздухопроницаемости и стойкости к истиранию (значения при 0 стирке). Затем образцы подвергали стирке в соответствии с рекомендуемой методикой по ГОСТ 30157.1 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки», режим испытаний: $C_{11}P_9O_1\Gamma_8$ [98]. Всего было проведено 50 стирок (количество стирок медицинской одежды, которое осуществляет медицинский сотрудник поликлиники за 1 год). Проведение испытаний по стойкости к истиранию и воздухопроницаемости осуществлялись после контрольных стирок (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50). После каждой контрольной стирки проводились испытания на определение значений воздухопроницаемости и стойкости к истиранию. Воздухопроницаемость определялась для целых образцов тканей, для определения стойкости к истиранию каждый раз вырезались образцы диаметром 270 мм.

Проведение испытаний.

Стирка.

Подготовленные элементарные пробы подвергаются стирке по следующему режиму испытаний:

- режим испытаний – ручная стирка;
- модуль ванны 1:30;
- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- масса моющего средства – $3 \pm 0,5$ г/дм³;
- продолжительность обработки без механических воздействий – $10 \pm 0,5$ мин (в конце замочки пробы перемешивают руками 10 раз с легким отжимом).

Полоскание.

После завершения стирки, приступают к этапу полоскание.

Параметры испытаний:

- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- количество циклов – 1;
- продолжительность одного цикла без механического воздействия – $5 \pm 0,2$ мин.

Обезвоживание.

Обезвоживание вручную – отжим руками (между ладонями без выкручивания).

Прессование и глажение.

Параметры испытаний:

- вид применяемого оборудования – утюг;
- температура подошвы утюга – не более 150 °C;
- льняные и полульняные ткани гладят сразу же после отжима накладыванием утюга без нажима через неаппретированную ткань;
- продолжительность – 20 ± 1 с. [98].

Значения усадки определяли после каждой стирки по формуле 3.4.

Для определения значений стойкости к истиранию использовался прибор ДИТ-М при следующих условиях.

Диаметр образца – 270 мм.

Давление на образец для хлопчатобумажных и смешанных тканей – 1 кгс.

Абразив – серошинельное сукно арт. 6405 (ГОСТ 6621).

Скорость вращения головок с образцами – 100 об/мин.

Воздухопроницаемость определялась на приборе ВПТМ-2 в соответствии с ГОСТ 12088 [94].

Испытания на приборе проводились при следующих условиях.

Перепад давления – 5 мм вод. ст., рабочая площадь образца – 20 см², сила прижима образца – 1,5 кгс, время испытания – 50 сек., число замеров – 10.

Математическая обработка всех результатов наблюдений проводилась по средней арифметической характеристике из 10 наблюдений.

Методика изучения кинетики изнашивания тканей медицинского назначения в результате истирания сводилась к проведению истирания по плоскости по стандартной методике [102] и определению воздухопроницаемости после 100, 300, 600, 1000, 1500 и 2000 циклов истирания.

*Изменение стойкости к истиранию тканей медицинского назначения
от количества стирок*

Результаты изменения стойкости к истиранию в зависимости от количества стирок приведены в таблице 3.13 и на рисунках 3.3, 3.4, 3.5, 3.6.

По результатам исследования можно отметить, что для подавляющего большинства образцов характерно уменьшение значений показателя стойкости к истиранию к 50 стирке (1,11-1,79 раз). Исключение составляют образцы: 1.3 и 2.5 (0,99 раз) и 2.1, для которого к 50 стирке уменьшение составило 2,86 раз.

Анализ полученных результатов установил, что стойкость к истиранию у образцов изменяется по-разному. У образцов, волокнистый состав которых включает 50% и более натуральных волокон, к 5-10 стиркам наблюдается увеличение стойкости к истиранию в 1,02-1,70 раза. Это происходит в связи с тем, что у этих образцов в процессе стирки наблюдается частичная усадка и, как следствие, увеличение плотности ткани. У образцов, в волокнистом составе которых преобладание полиэфирных волокон, происходит уменьшение стойкости к истиранию с 1 по 5 стирки. Так, для этих образцов тканей уменьшение составляет 1,02-1,24 раза, изменения происходят по экспоненциальной зависимости.

Таблица 3.13 – Изменение стойкости к истиранию по плоскости (циклы) тканей медицинского назначения от количества стирок

Вид образ-ца	Количество стирок											
	0	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1.1	5641	6201	7587	6800	8077	5590	6297	4270	3826	5159	4043	5032
1.2	3392	3032	3843	2470	2767	1726	2985	2843	2241	2883	3071	3066
1.3	3358	2939	3540	4260	2202	2252	2182	1526	3342	3142	2637	3375
1.4	5000	4546	6225	4002	3792	4828	3938	3742	2917	2893	2609	3604
2.1	11100	10000	8046	7008	5484	4946	4190	4880	4588	6000	5300	3875
2.2	14450	14000	13683	10043	11023	9610	10188	9439	9360	8186	7932	9041
2.3	14200	13150	12135	11135	9764	9518	10073	9251	10149	10547	9972	9041
2.4	6500	5980	5469	5321	4093	5220	3954	4079	4024	3926	3747	5257
2.5	5000	6200	7995	8308	7459	6232	6972	4853	5140	5456	5743	5059
2.6	2300	2524	2781	1450	1723	1058	1150	1359	1454	1067	1493	1433
2.7	3900	3745	3396	2568	1836	1757	1390	1834	2030	1760	2199	2176
2.8	4018	3300	3128	3000	3449	3700	3934	4000	3488	3900	3900	3550
2.9	5256	4632	4439	4431	5270	5300	4460	4300	4000	3800	3700	3750
2.10	4863	3839	5724	4431	3642	2737	2906	3629	3500	4000	3800	3300
3.1	10231	9783	12932	8856	8614	8400	8350	9000	10500	10527	8400	8128
3.2	8104	9086	9364	6144	6420	7000	7147	7500	6872	6300	6100	5888
3.3	6387	5777	5412	6515	6500	6350	6292	6740	7727	7000	5965	4700

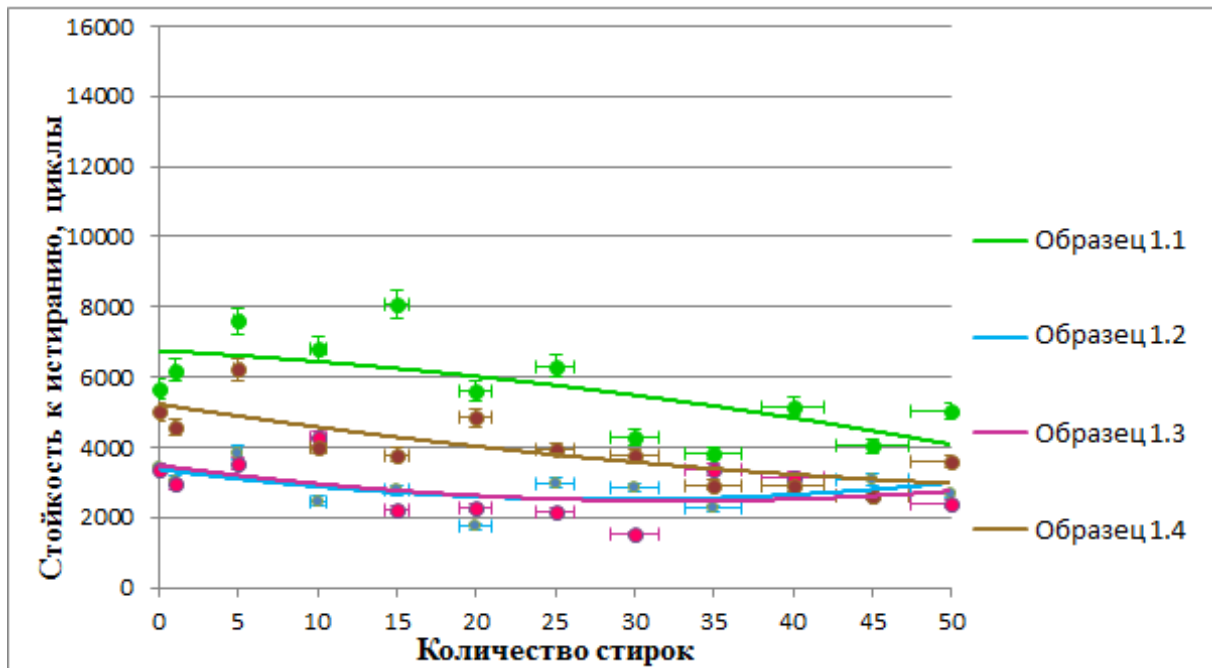


Рисунок 3.3 – Изменение стойкости к истиранию тканей медицинского назначения группы 1 от количества стирок

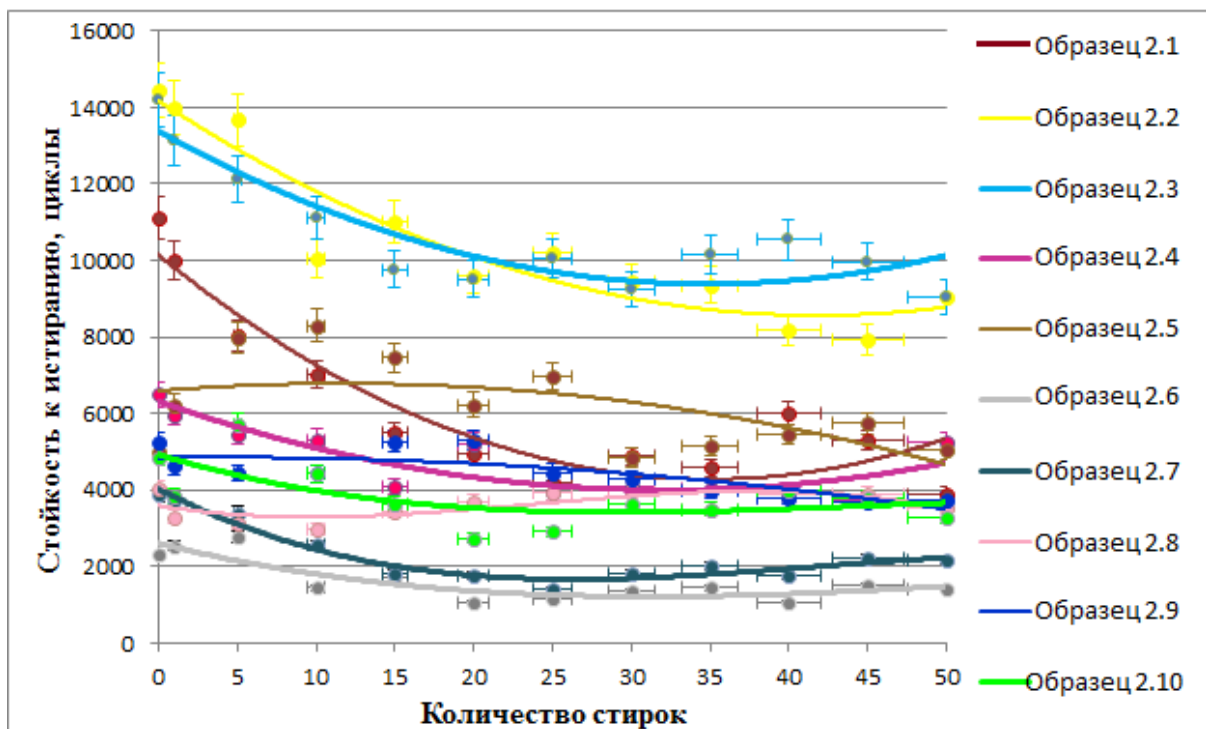


Рисунок 3.4 – Изменение стойкости к истиранию тканей медицинского назначения группы 2 от количества стирок

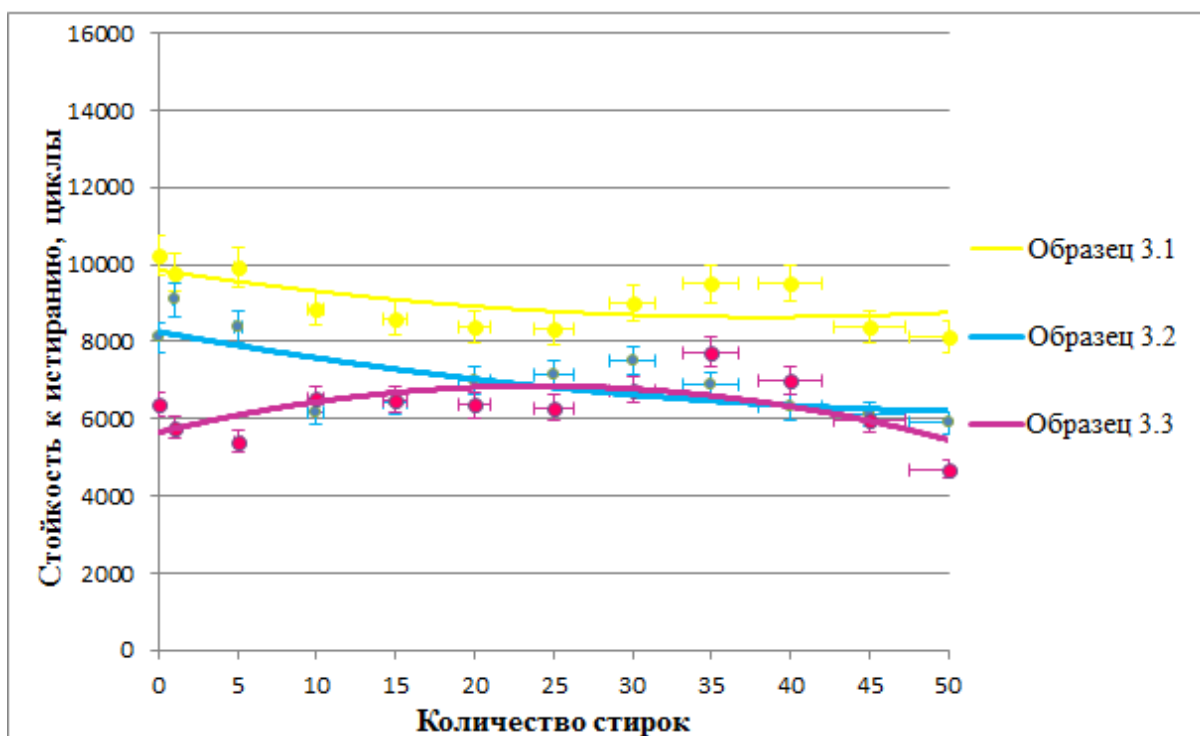


Рисунок 3.5 – Изменение стойкости к истиранию тканей медицинского назначения группы 3 от количества стирок

При дальнейшем увеличении количества стирок стойкость к истиранию уменьшается: к 15 стирке в 1.16-2.12 раза, исключение составляют образцы 1.1, 2.5, 2.9, и 3.3; к 20 стирке в 1,01-2,24 раза, исключение составляют образцы 2.5 и 3.3. Уменьшение стойкости к истиранию наблюдается к 30-й стирке и составляет 1,03-2,27 раз, кроме тканей 2.8 и 3.3.

Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения от количества стирок

Результаты изменения воздухопроницаемости тканей медицинского назначения в зависимости от количества стирок приведены в таблице 3.14 и на рисунках 3.6, 3.7, 3.8.

Таблица 3.14 – Изменение воздухопроницаемости ($\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$) тканей медицинского назначения от количества стирок

Вид образ-ца	Количество стирок											
	0	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1.1	137,0	47,8	42,2	39,4	71,5	63,0	78,5	58,5	66,0	66,0	64,0	65,0
1.2	294,0	117,0	113,0	113,0	175,0	157,0	179,0	157,0	176,0	174,0	170,0	167,0
1.3	302,0	103,5	102,0	97,0	157,0	130,0	169,0	141,0	145,0	149,0	149,0	128,0
1.4	294,0	117,5	110,0	102,0	175,0	151,0	172,0	147,0	162,0	151,0	151,0	160,0
2.1	55,0	25,2	24,2	24,6	40,0	36,6	38,6	36,2	38,6	37,5	35,6	32,6
2.2	60,5	31,8	29,8	29,0	49,2	46,0	56,5	47,5	48,5	51,0	48,5	44,5
2.3	55,0	33,8	27,4	29,0	44,2	42,4	48,4	44,5	46,0	46,0	46,0	43,5
2.4	83,5	46,0	37,6	39,0	70,5	61,5	76,5	61,5	65,0	65,0	67,5	58,5
2.5	210,0	104,0	100,0	113,0	163,0	153,0	181,0	151,0	157,0	163,0	159,0	149,0
2.6	1335,0	630,0	585,0	595,0	945,0	915,0	1075,0	925,0	1000,0	850,0	965,0	960,0
2.7	440,0	170,0	155,0	157,0	203,0	220,0	338,0	260,0	278,0	282,0	326,0	326,0
2.8	251,0	114,5	55,0	56,5	54,0	52,5	51,0	52,5	52,5	54,0	55,0	55,0
2.9	209,0	131,0	83,5	76,5	73,5	72,0	68,5	69,5	72,5	71,5	74,5	75,5
2.10	200,0	137,0	89,0	92,0	119,0	108,0	56,5	63,0	110,0	113,0	117,0	119,0
3.1	49,8	51,0	52,5	48,5	56,5	57,0	56,5	57,0	54,0	56,5	51,0	55,0
3.2	79,5	61,5	64,0	54,0	60,5	61,0	60,5	61,0	58,5	61,0	60,5	75,5
3.3	42,0	51,0	57,5	51,0	55,0	54,5	52,5	55,0	52,5	51,0	52,5	52,5

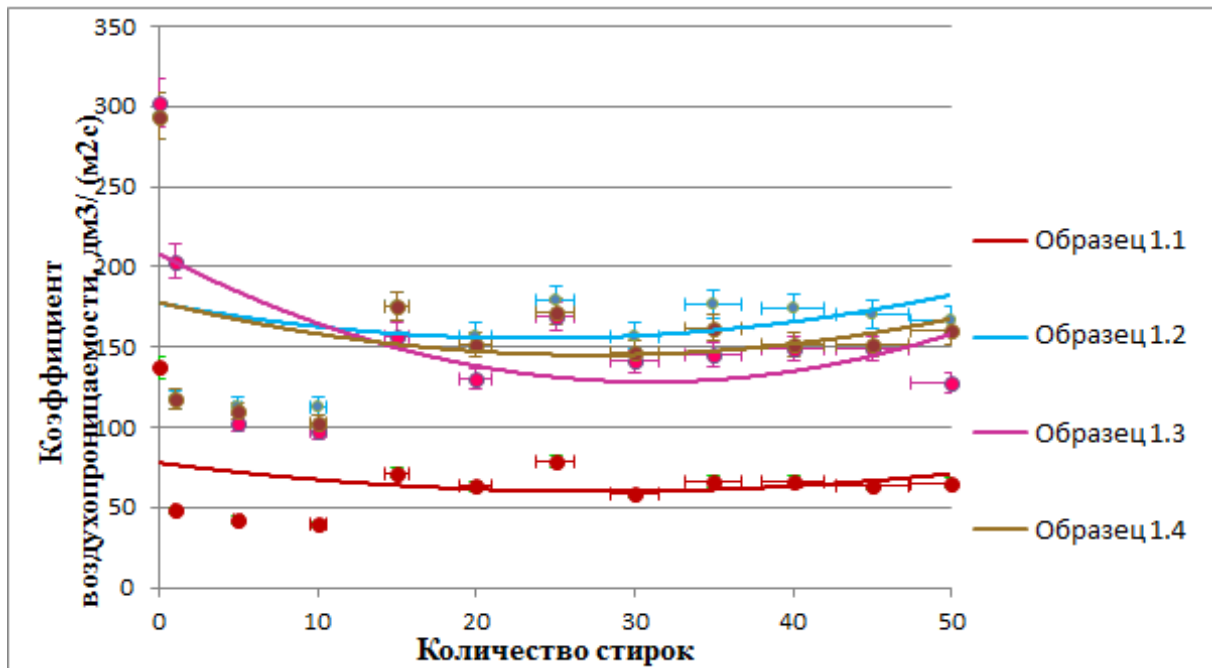


Рисунок 3.6 – Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения группы 1 от количества стирок

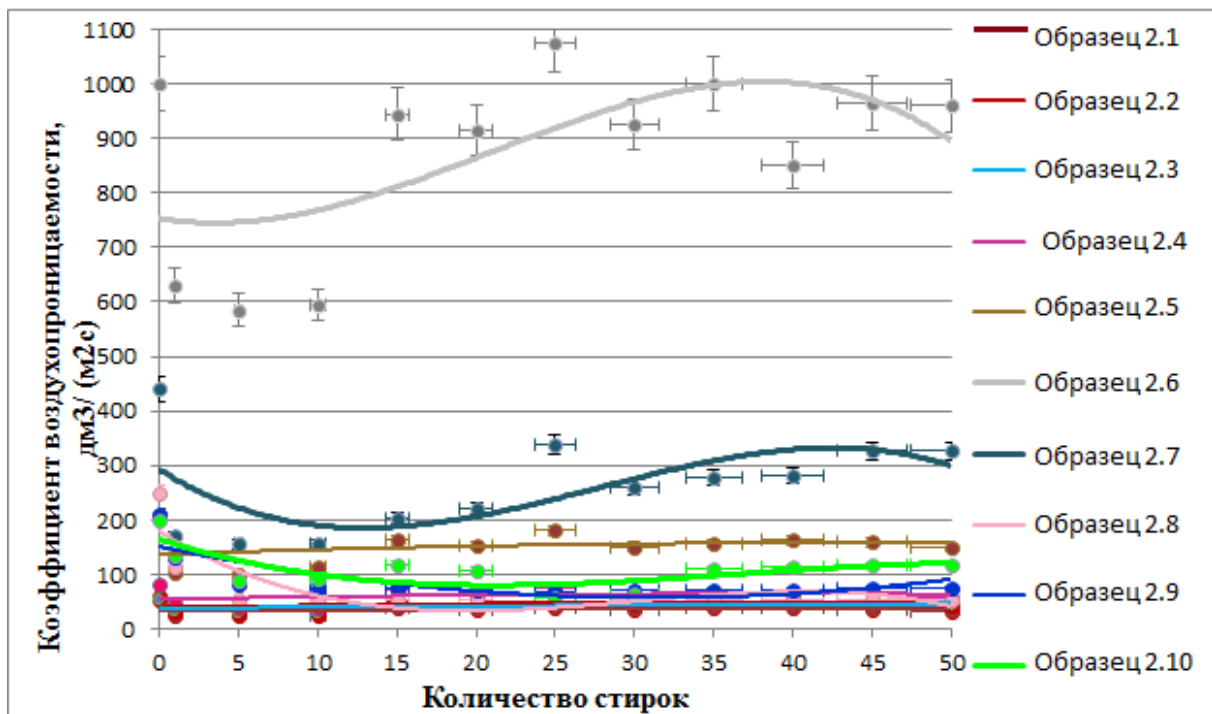


Рисунок 3.7 – Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения группы 2 от количества стирок

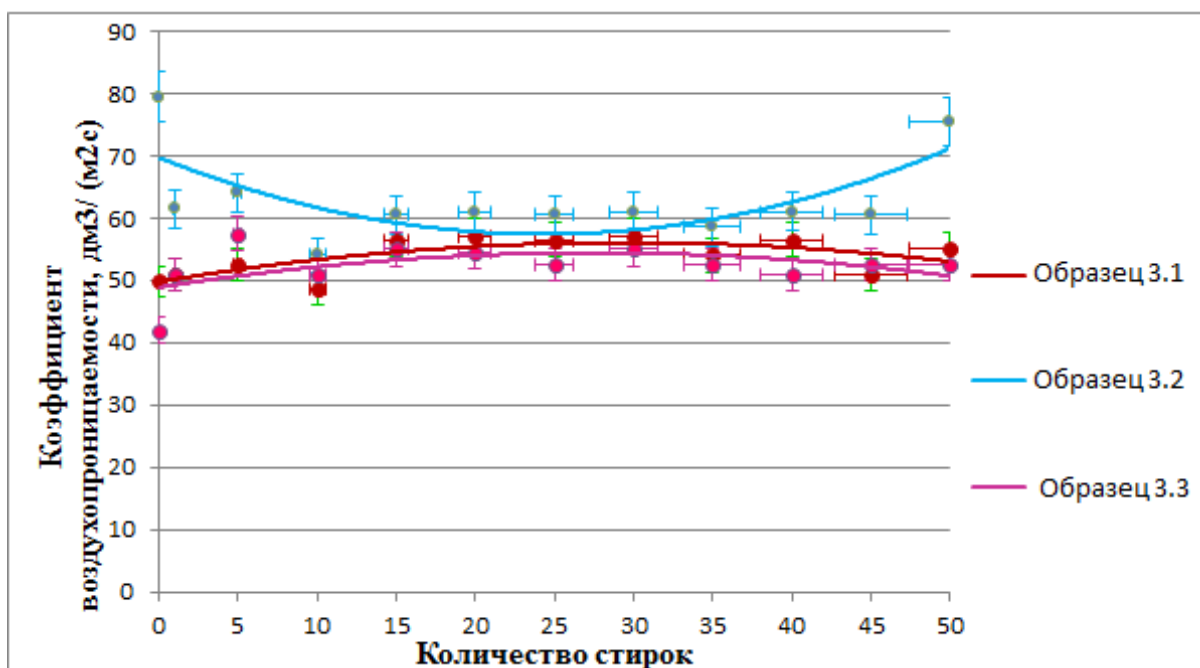


Рисунок 3.8 – Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения группы 3 от количества стирок

По результатам исследования можно отметить, что после первой стирки происходит значительное уменьшение показателя воздухопроницаемости для большинства тканей. Для образцов, волокнистый состав которых включает 50% и более натуральных волокон, после первой стирки уменьшение воздухопроницаемости составляет 2,02-2,92 раз. У образцов, в волокнистом составе которых преобладание полиэфирных волокон, уменьшение воздухопроницаемости чуть меньше и составляет 1,46-2,19 раза. Это происходит в связи с тем, что у образцов в процессе стирки наблюдается усадка и, как следствие, увеличение плотности ткани. Значение усадки больше у образцов с большим содержанием натуральных волокон. Исключение составляют образцы тканей производства «Чайковский текстиль». У образца 3.2 воздухопроницаемость уменьшается незначительно (в 1,29 раз), у образцов 3.1 и 3.3 происходит небольшое увеличение воздухопроницаемости в 1,02 и 1,21 раз соответственно. Ткани выполнены со специальными малоусадочными отделками, которые могут оказывать влияние на результаты испытаний.

Общая тенденция изменения значений воздухопроницаемости показывает, что уменьшение данного показателя происходит до 10 стирки. С 15 стирки

значения коэффициента воздухопроницаемости увеличиваются (вследствие износа от стирки и вымывания специальных пропиток) и дальнейшие изменения носят более плавный характер или почти не изменяются.

Исследование усадки тканей медицинского назначения от количества стирок

В работе проводилось исследование зависимости величины усадки тканей медицинского назначения от количества стирок. Данные представлены в таблице 3.15 и на рисунках 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 и 3.14.

Зависимость величины усадки от количества стирок для испытуемых тканей носит экспоненциальный характер. Максимальные значения усадки наблюдаются у образцов после первой стирки. По результатам первой стирки можно сделать вывод, что наименьшая усадка по основе отмечена у образцов 2.2 (0%), 2.3, 2.4 (-0,15%), 3.1, 3.2, 3.3 (-0,50%), 2.8 (-0,65%), 2.1, 2.5 (-0,85%), наибольшая – у образцов 2.6 (-4,65%), 1.2 (-3,0%), 1.1 (-2,85%), 2.7 (-2,35%), 1.3 (-2,00%), 1.4 (-1,85%). Наибольшей усадкой по основе обладает образец ткани 2.6, сырьевой состав которого на 55% состоит из льняного волокна. По утку наблюдается следующая ситуация: наибольшая усадка у образцов 1.3 (- 5,50%), 1.4 (-5,30%), 1.2 (-4,50%), 1.1 (-3,85%), наименьшая усадка у образцов 2.6 (0%) и 2.5 (-0,10%). У образцов тканей 1.1 – 1.4 отмечена наибольшая усадка по утку, т.к. ткани являются смесовыми, с преобладанием хлопковых волокон, и практически во всех из них присутствует вложение льняных волокон.

Значения усадки тканей уменьшаются к пятой стирке: по основе на 0,05-4,25%; по утку – на 0,05-4,80%. После десятой стирки у всех образцов усадка практически не наблюдается, отмечается незначительное колебание значений усадки в пределах ошибки измерения.

Таблица 3.15 – Изменение усадки (%) тканей медицинского назначения от количества стирок

Вид образца		Количество стирок										
		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.1	O	-2,85	-0,05	-0,40	-0,08	0	-0,13	0	0	-0,09	-0,02	-0,07
	Y	-3,85	-0,10	-0,26	-0,20	0	-0,08	-0,07	-0,07	0	-0,04	0
1.2	O	-3,00	-0,50	-0,05	-0,20	-0,09	0	-0,07	0	0	-0,07	0
	Y	-4,50	-0,80	-0,78	0	-0,09	0	0	0	-0,09	-0,04	-0,02
1.3	O	-2,00	-0,26	-0,50	0	-0,13	0	-0,08	0	0	-0,07	0
	Y	-5,50	-1,20	-0,70	-0,10	0	0	0	-0,13	0	-0,03	-0,02
1.4	O	-1,85	-0,40	-0,35	0	-0,13	0	-0,13	0	-0,09	-0,09	0
	Y	-5,30	-0,50	-0,62	-0,20	0	0	0	0	0	-0,09	0
2.1	O	-0,85	-0,40	-0,35	-0,17	-0,13	0	-0,13	-0,08	0	-0,10	-0,03
	Y	-0,65	-0,10	-0,10	0	0	0	0	-0,08	0	0	0
2.2	O	0	0	-0,17	-0,13	0	0	0	0	-0,04	-0,07	-0,10
	Y	-1,20	0	0	-0,13	-0,13	0	0	0	-0,04	0	-0,07
2.3	O	-0,15	0	-0,30	-0,05	0	0	0	0	-0,05	-0,08	-0,05
	Y	-1,10	-0,10	-0,17	-0,05	0	0	-0,08	-0,05	0	0	0
2.4	O	-0,15	-0,10	-0,25	0	0	0	-0,08	-0,08	0	0	-0,05
	Y	-0,65	-0,05	-0,10	0	-0,08	0	0	-0,04	-0,04	0	-0,01
2.5	O	-0,85	-0,10	0	0	0	0	0	0	0	-0,03	-0,03
	Y	-0,10	-0,15	-0,18	-0,08	-0,13	0	-0,08	-0,02	0	-0,07	-0,03

Окончание таблицы 3.15

2.6	О	-4,65	-0,40	-0,54	-0,20	-0,13	-0,40	-0,08	0	-0,07	-0,03	0
	У	0	0	-0,08	-0,08	0	0	-0,08	-0,08	0	0	-0,06
2.7	О	-2,35	-0,52	-0,08	-0,26	0	-0,17	-0,08	0	-0,09	0	-0,01
	У	-1,00	-0,10	-0,33	-0,08	-0,13	0	-0,08	-0,02	0	0	-0,01
2.8	О	-0,65	-0,96	-0,41	-0,26	0	-0,16	-0,16	-0,05	0	0	0
	У	-0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.9	О	-1,10	-0,31	-0,20	0	-0,15	0	-0,06	0	0	0	0
	У	-1,70	-0,15	-0,20	-0,31	0	-0,20	0	-0,10	0	0	0
2.10	О	-1,50	-0,30	-0,50	-0,20	-0,10	-0,15	0	0	0	-0,05	0
	У	-1,50	0	-0,60	0	-0,15	-0,15	-0,15	0	0	0	0
3.1	О	-0,50	-0,25	-0,15	0	0	-0,10	-0,05	0	0	-0,05	0
	У	-0,50	-0,20	-0,15	-0,05	0	-0,05	0	0	-0,05	0	0
3.2	О	-0,50	-0,30	-0,05	0	-0,10	-0,05	-0,10	0	-0,10	-0,10	0
	У	-0,65	-0,25	-0,20	-0,15	0	-0,10	0	-0,10	0	-0,05	0
3.3	О	-0,50	0	-0,10	-0,10	0	-0,10	0	-0,05	0	0	0
	У	-1,17	-0,15	-0,10	0	0	-0,05	0	0	0	0	0

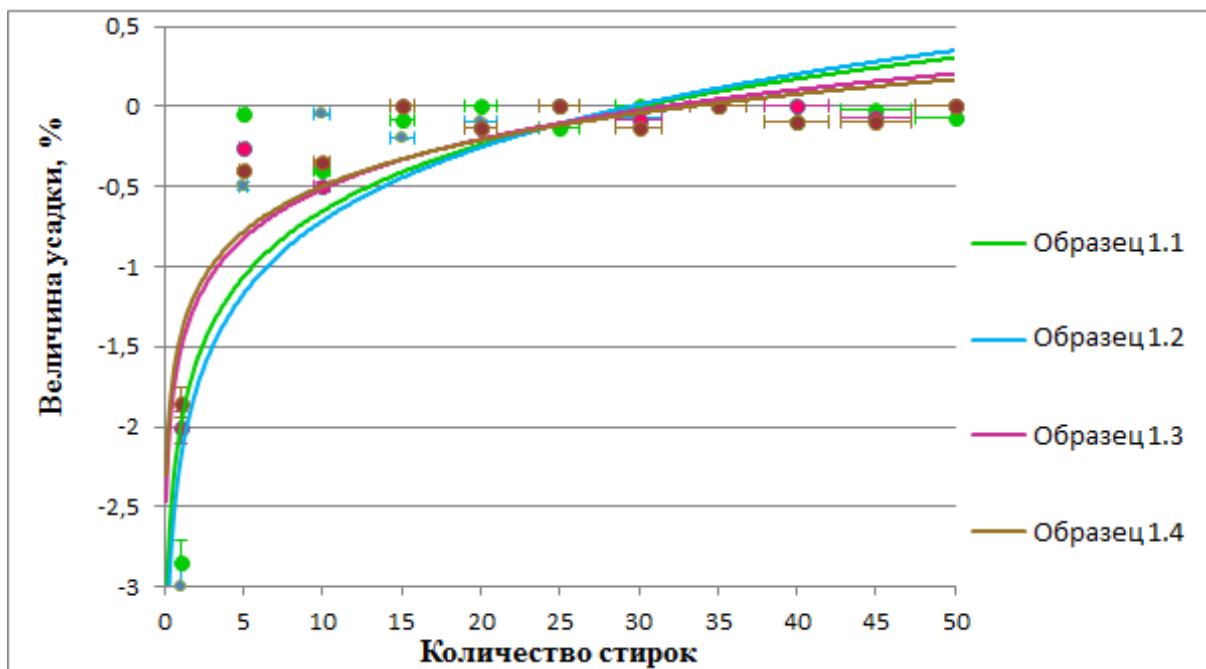


Рисунок 3.9 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 1 по основе от количества стирок

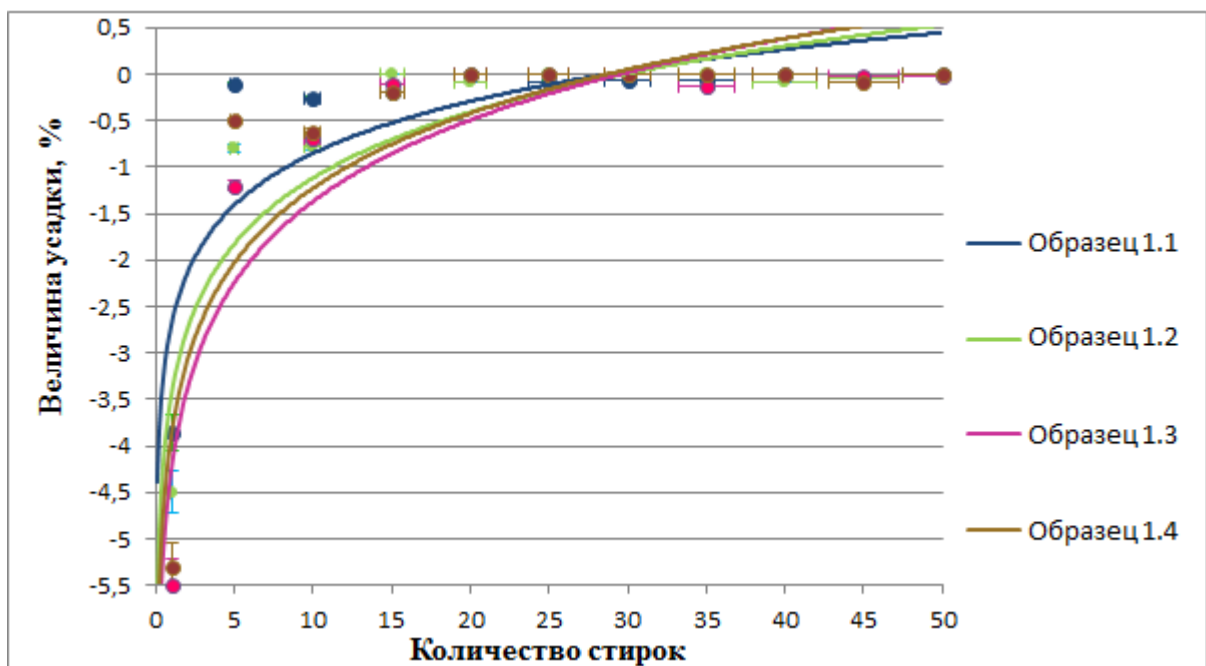


Рисунок 3.10 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 1 по утку от количества стирок

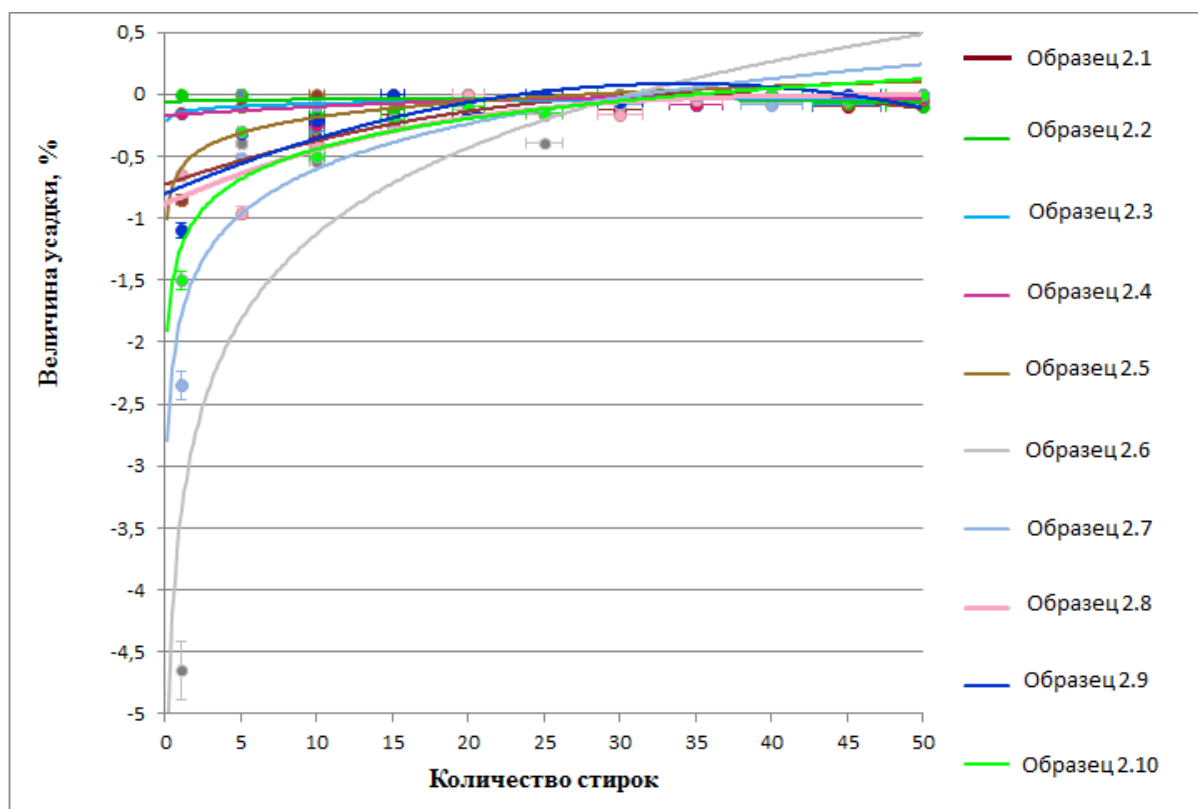


Рисунок 3.11 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 2 по основе от количества стирок

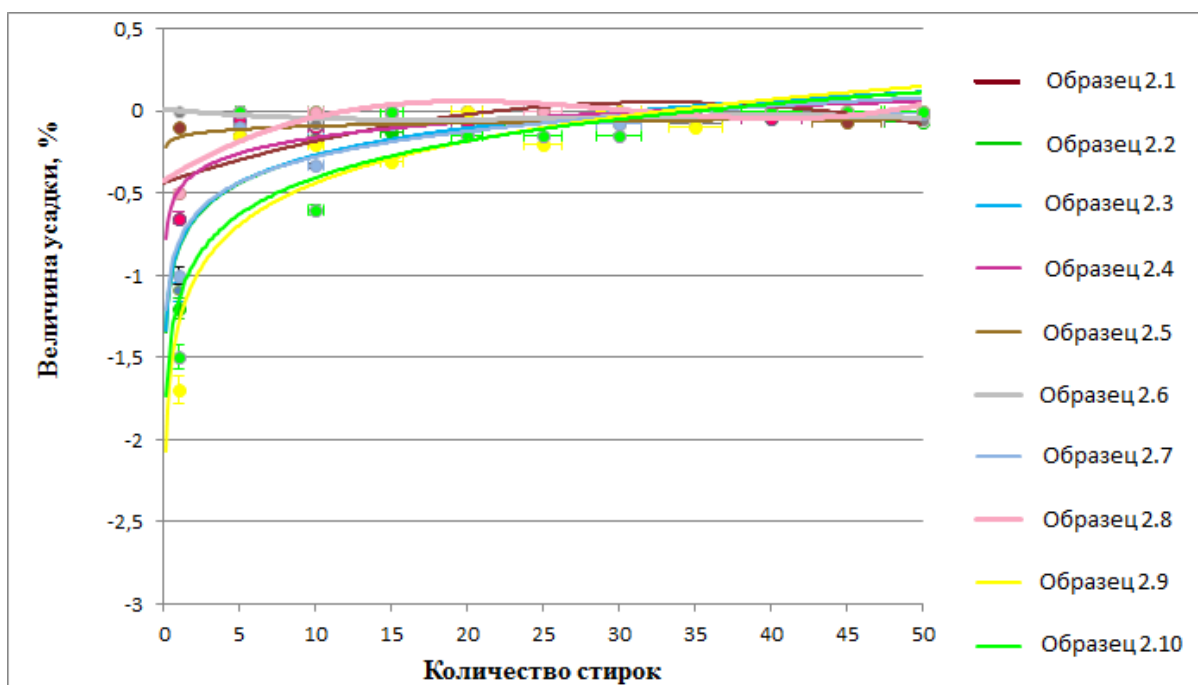


Рисунок 3.12 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 2 по утку от количества стирок

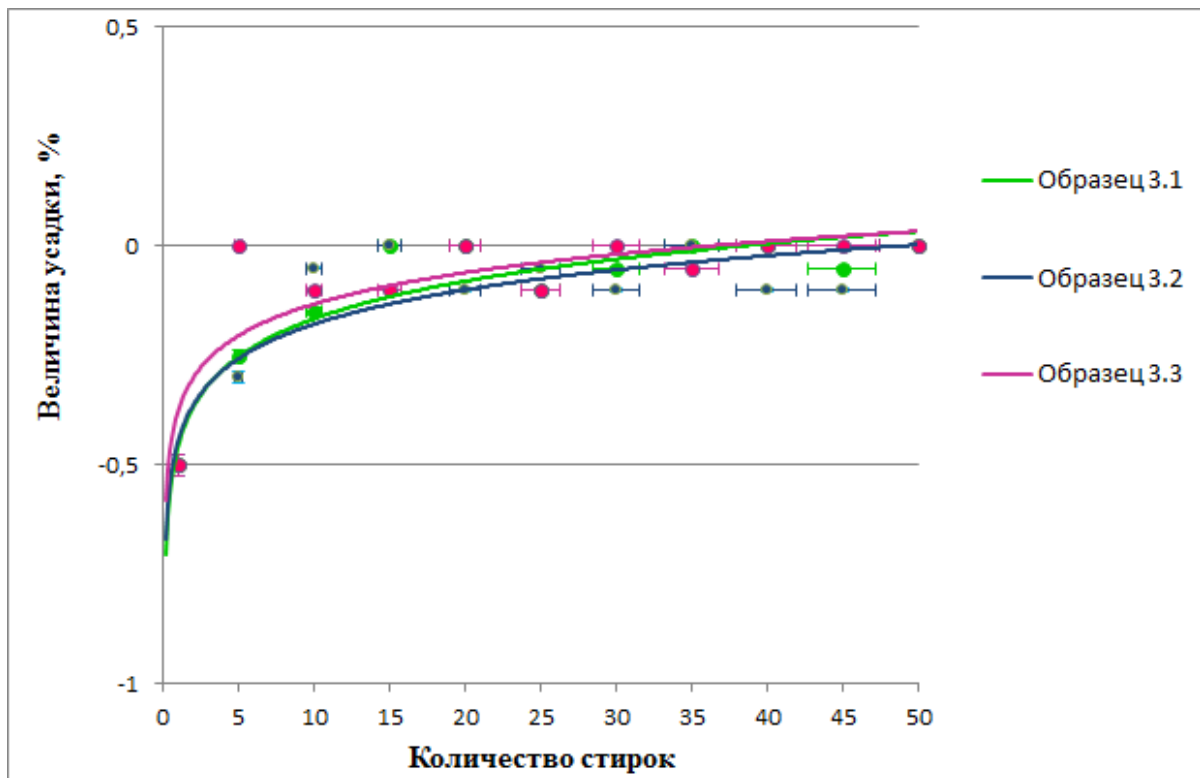


Рисунок 3.13 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 3 по основе от количества стирок

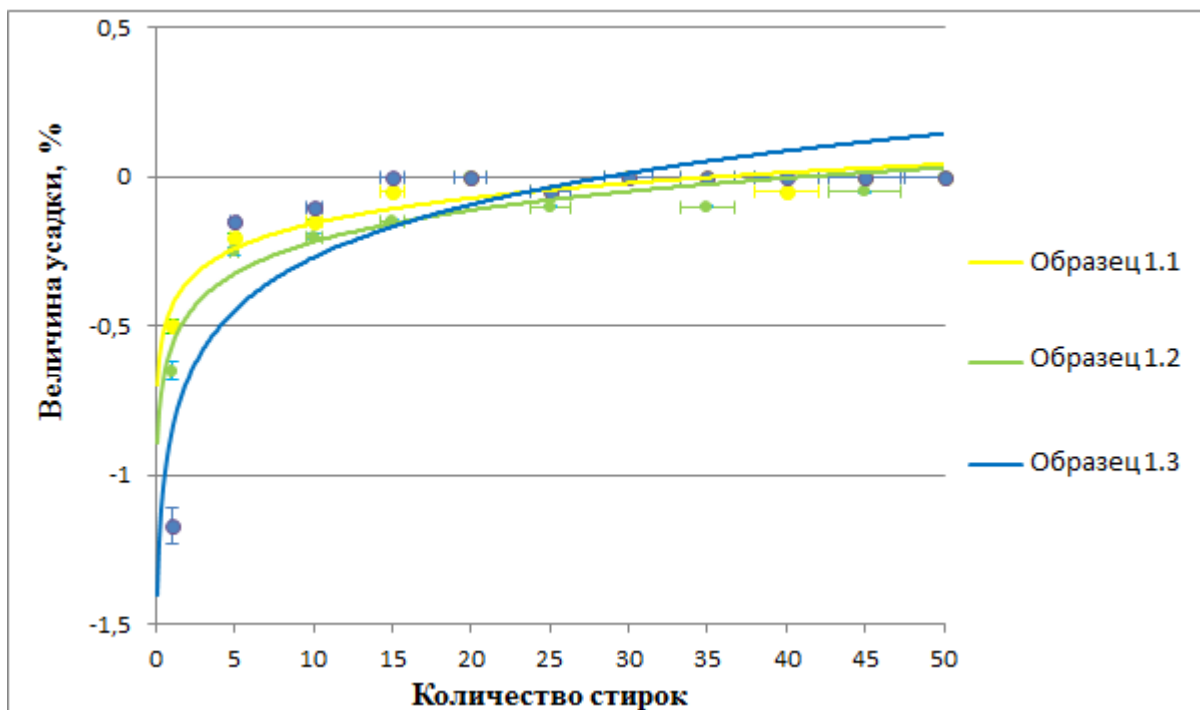


Рисунок 3.14 – Изменение усадки тканей медицинского назначения группы 3 по утку от количества стирок

*Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения
от истирания*

Результаты изменения воздухопроницаемости тканей от истирания приведены в таблице 3.16 и на рисунке 3.15.

Таблица 3.16 – Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения от истирания

Вид образца	Количество циклов истирания					
	100	300	600	1000	1500	2000
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$					
1.1	137,0	145,0	153,0	157,0	170,0	194,0
1.2	294,0	306,0	320,0	356,0	404,0	412,0
1.3	302,0	306,0	318,0	352,0	352,0	370,0
1.4	294,0	310,0	344,0	368,0	404,0	416,0
2.1	45,0	46,4	45,2	44,2	44,4	44,2
2.2	57,5	50,0	51,0	51,0	50,0	51,0
2.3	57,5	51,0	55,0	56,5	57,5	59,5
2.4	83,0	84,5	89,5	91,5	94,0	101,5
2.5	185,0	200,0	208,0	215,0	220,0	220,0
2.6	1360,0	1415,0	>1435,0	>1435,0	>1435,0	>1435,0
2.7	418,0	434,0	484,0	492,0	544,0	570,0
2.8	350,0	326,0	302,0	274,0	210,0	168,0
2.9	310,0	282,0	238,0	216,0	144,0	102,0
2.10	300,0	286,0	234,0	220,0	178,0	159,0
3.1	49,8	50,2	50,4	51,2	51,2	52,5
3.2	79,5	78,5	79,5	80,0	81,0	81,0
3.3	42,0	43,5	46,0	44,5	47,5	50,0

Анализ полученных данных показал, что у исследуемых образцов тканей изменение коэффициента воздухопроницаемости от количества циклов истирания происходит неоднозначно. Для большинства тканей наблюдается устойчивая тенденция плавного увеличения воздухопроницаемости в зависимости от количества истирающих циклов. К 2000 циклов это увеличение составляет 1,02-1,42 раза. У образцов 2.1, 2.2 происходит незначительное уменьшение коэффициента воздухопроницаемости в 1,02-1,13 раз (при 2000 циклов истирания). У образцов 2.8, 2.9 и 2.10 воздухопроницаемость уменьшается, достигая к 2000 циклов значений в 2,08; 3,04 и 1,89 раз соответственно меньше значения воздухопроницаемости ис-

ходных образцов. Такая тенденция отмечается у смешанных образцов с высокими значениями плотности ткани по основе и утку. Возможно, имеет место попадание частичек волокон в поры ткани, вследствие чего воздухопроницаемость уменьшается. У ткани 2.6 наблюдаются высокие значения коэффициента воздухопроницаемости, после 600 циклов истирания не было возможности отследить дальнейшее изменение показателей, т.к. не хватало мощности прибора. У этого образца самое маленькое значение поверхностной плотности и плотности ткани по основе и утку, просвечивающееся переплетение.

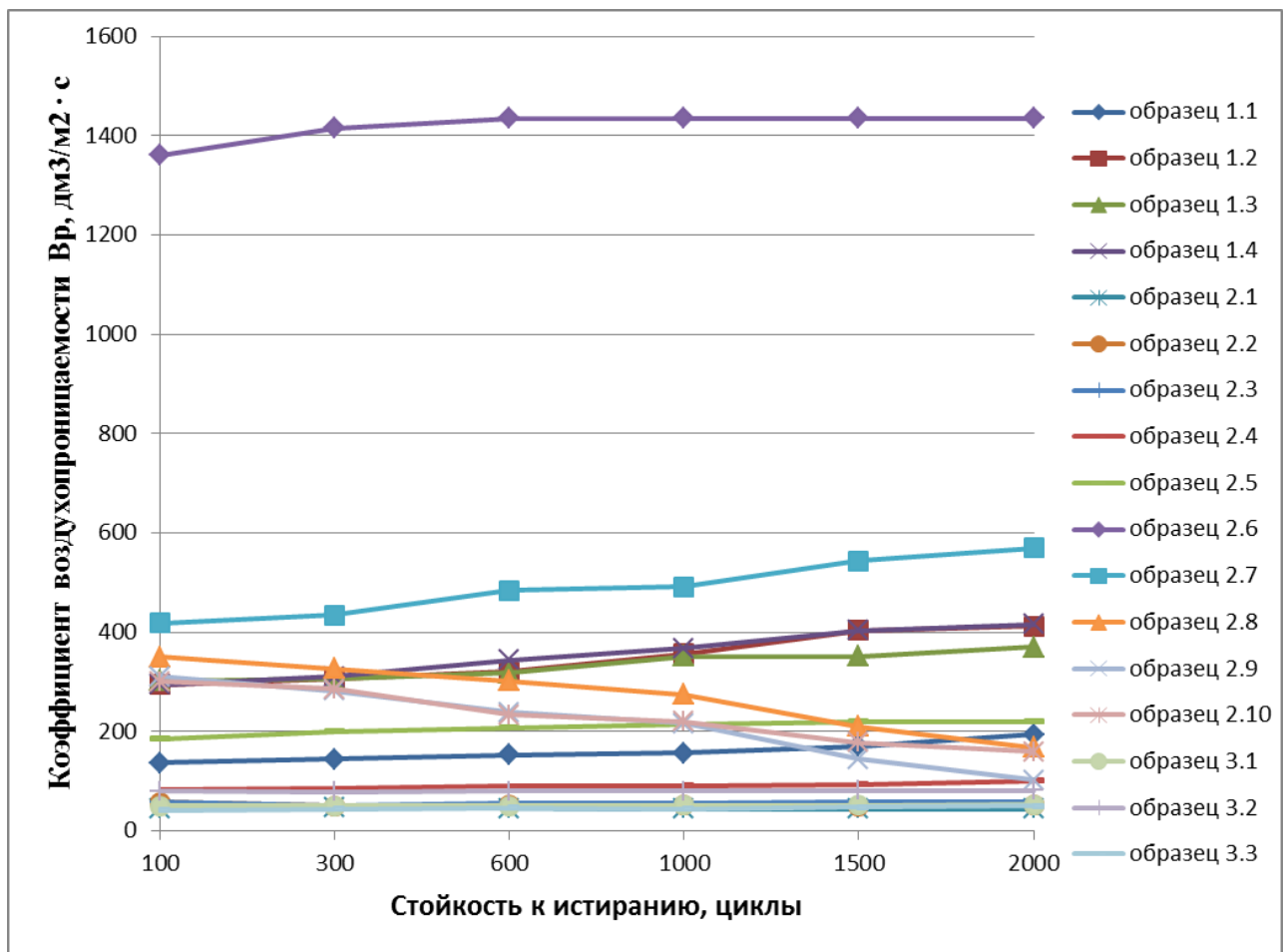


Рисунок 3.15 – Изменение воздухопроницаемости тканей медицинского назначения от истирания

Осмотр внешнего вида образцов после проведения исследований установил, что после 2000 циклов истирания не произошло ухудшения внешнего вида у образцов 1.1, 2.1, 2.8 – 3.3.

3.4. Прогнозирование изменения свойств тканей медицинского назначения

В результате изучения кинетики изнашивания были исследованы изменения свойств тканей медицинского назначения в результате стирки (по критериям: стойкость к истиранию и воздухопроницаемость) и в результате истирания (по критерию воздухопроницаемость). Практический интерес представляет прогнозирование свойств тканей за пределы исследований (аппроксимация вне заданного интервала). В работе было проведено изучение изменения стойкости к истиранию в зависимости от количества стирок. С увеличением количества стирок, стойкость к истиранию уменьшается. Зная регламентированные или предельные значения данного показателя качества, можно отследить количество стирок, при котором происходит критическое уменьшение стойкости к истиранию. По данным, полученным в результате изучения постепенного ухудшения стойкости к истиранию образцов до 50 стирок включительно, с помощью метода экстраполяции можно исследовать изменение износостойкости тканей при увеличении количества стирок (более 50) и таким образом прогнозировать срок эксплуатации изделий.

По полученным экспериментально значениям стойкости к истиранию в зависимости от количества стирок методом наименьших квадратов определены математические модели, представленные в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Математические зависимости стойкости к истиранию тканей медицинского назначения от количества стирок

Вид образца	Коэффициент детерминации	Уравнение линии тренда	Вид линии тренда
1	2	3	4
1.1	$R^2 = 0,644$	$y = - 0,3694x^2 - 32,156x + 6769,6$	полиномиальный
1.2	$R^2 = 0,614$	$y = - 0,2829x^2 - 4,5612x + 3100,2$	полиномиальный
1.3	$R^2 = 0,543$	$y = - 0,1998x^2 - 12,93x + 3235,1$	полиномиальный
1.4	$R^2 = 0,764$	$y = - 0,1106x^2 - 42,703x + 5072,7$	полиномиальный
2.1	$R^2 = 0,808$	$y = 8941,6e^{-0,018x}$	экспоненциальный

Окончание таблицы 3.17

1	2	3	4
2.2	$R^2 = 0,885$	$y = 13245e^{-0,01x}$	экспоненциальный
2.3	$R^2 = 0,827$	$y = 12845e^{-0,009x}$	экспоненциальный
2.4	$R^2 = 0,673$	$y = -0,1357x^2 - 26,793x + 5599,4$	полиномиальный
2.5	$R^2 = 0,710$	$y = -0,5257x^2 - 3,3195x + 6750,7$	полиномиальный
2.6	$R^2 = 0,726$	$y = -0,0784x^2 - 27,89x + 2238,8$	полиномиальный
2.7	$R^2 = 0,943$	$y = -0,0305x^3 + 4,1707x^2 - 170,35x + 3887,7$	полиномиальный
2.8	$R^2 = 0,786$	$y = -0,5468x^2 + 32,803x + 3291,3$	полиномиальный
2.9	$R^2 = 0,638$	$y = -0,641x^2 + 4,9964x + 4844,1$	полиномиальный
2.10	$R^2 = 0,675$	$y = -0,1463x^2 - 19,98x + 4444,5$	полиномиальный
3.1	$R^2 = 0,578$	$y = -0,6122x^2 + 4,5962x + 9969,4$	полиномиальный
3.2	$R^2 = 0,682$	$y = -0,1839x^2 - 24,123x + 8097,5$	полиномиальный
3.3	$R^2 = 0,567$	$y = -0,6402x^2 + 54,789x + 5767,1$	полиномиальный

Величина достоверности аппроксимации находится в интервале 0,543-0,943, что свидетельствует о высокой достоверности.

Наиболее точные значения коэффициентов детерминации для тканей группы 1 получились при полиномиальной линии тренда, для тканей группы 2 – при экспоненциальных и полиномиальных линиях тренда, для тканей группы 3 – при полиномиальной линии тренда (таблица 3.17).

На рисунке 3.17 представлены теоретические зависимости стойкости к истиранию от количества стирок для тканей группы 1.

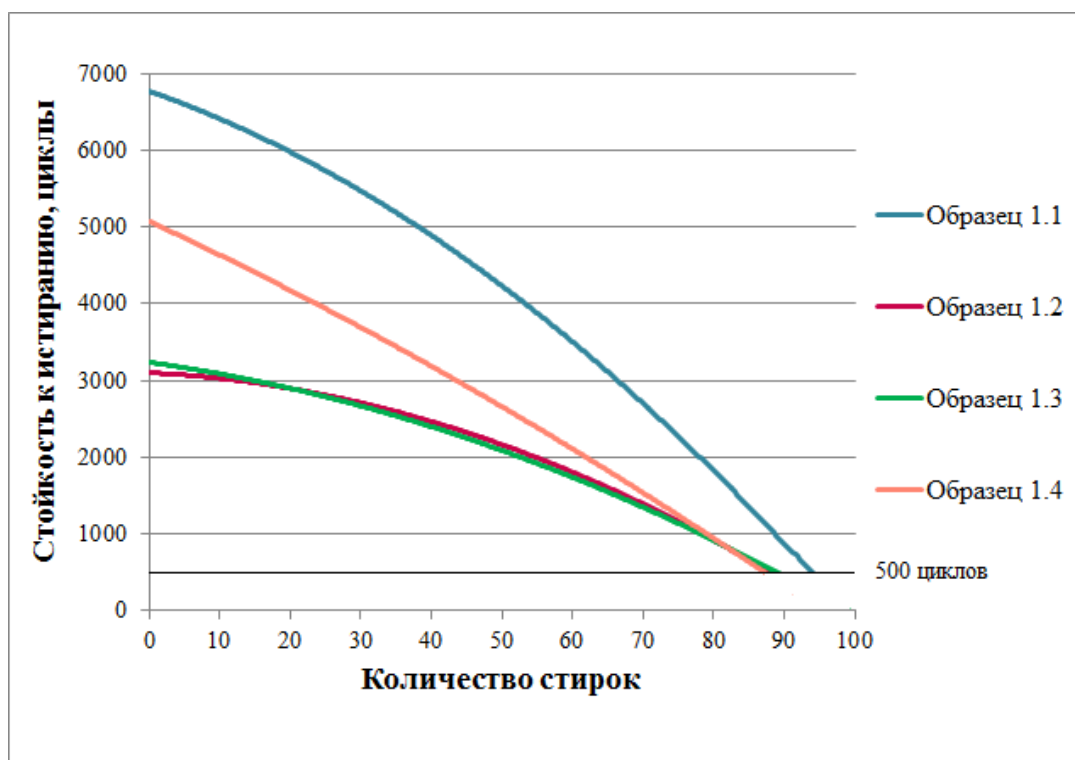


Рисунок 3.17 – Теоретические зависимости стойкости к истиранию от количества стирок для образцов тканей группы 1

Для тканей группы 1 (рисунок 3.17) все построенные линии тренда исследуемых образцов развиваются по схожей тенденции. Для всех тканей характерно уменьшение стойкости к истиранию до минимальных значений к 90 стирке.

На рисунке 3.18 построены линии тренда для образцов тканей группы 2.

Как показано на рисунке 3.18 снижение прочностных характеристик тканей наблюдается к 90-100 стиркам (примерно 1,5-2 года эксплуатации). Исключение составляют образцы тканей 2.2 и 2.3, у которых значения величины стойкости к истиранию даже к 150 стирке остаются в районе 3000 циклов. У образца 2.6 стойкость к истиранию уже к 60 стирке достигает критических значений.

На рисунке 3.19 представлены теоретические зависимости стойкости к истиранию от количества стирок для образцов тканей группы 3. Для этих тканей снижение стойкости к истиранию отмечается в диапазоне 130-150 стирок (примерно 2,5-3 года эксплуатации). Образцы 3 группы представляют собой смесовые ткани поверхностной плотности 150-180 г/м².

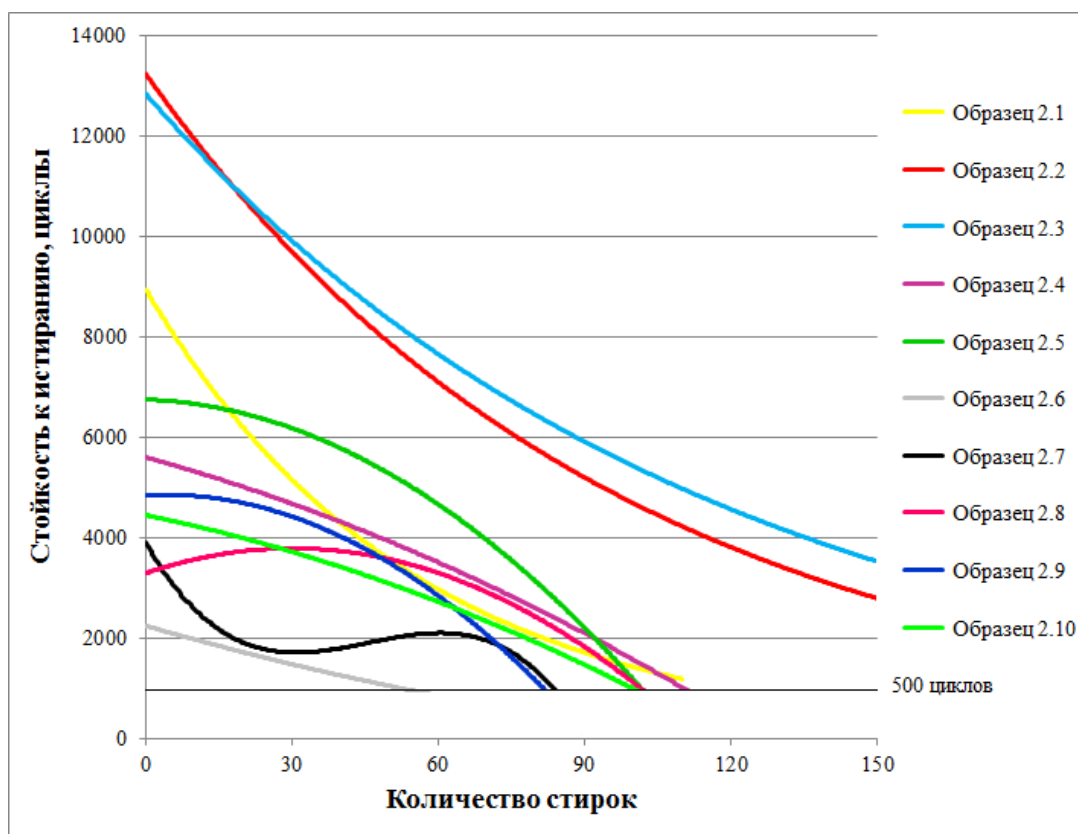


Рисунок 3.18 – Теоретические зависимости стойкости к истиранию от количества стирок для образцов тканей группы 2

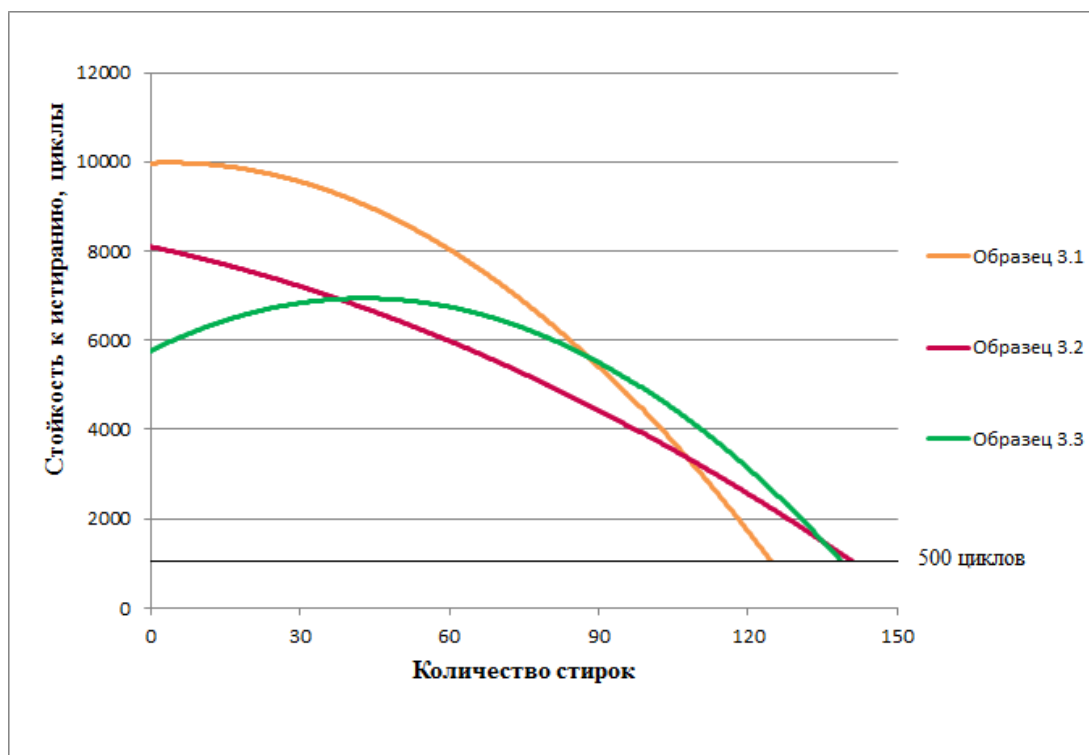


Рисунок 3.19 – Теоретические зависимости стойкости к истиранию от количества стирок для образцов тканей группы 3

На основании полученных данных можно сделать следующий прогноз:

-для большинства образцов снижение прочностных характеристик отмечается к 90-150 стирке (примерно к 1,5-3 годам эксплуатации), исключения составляют ткани 2.2; 2.3 и 2.6;

-лучшие результаты из всех трех групп показали образцы тканей 3.1-3.3, для которых снижение стойкости к истиранию отмечается в диапазоне 130-150 стирок.

Для всех медицинских работников большое значение имеет внешний вид изделий. Как правило, сотрудники медицинских учреждений носят медицинские изделия до ухудшения внешнего вида, а не до разрушения образца (до дыры). Таким образом, если брать в качестве критерия – ухудшение внешнего вида изделия, то на основе проведенных выше исследований, подставляя в математические зависимости (таблица 3.17) количество циклов истирания до ухудшения внешнего вида образцов тканей, можно предположительно сделать прогноз по количеству стирок, которое приведет к этим изменениям. Однако математические зависимости были установлены для значений стойкости к истиранию образцов до разрушения. Поэтому, предварительно надо установить: существует ли зависимость между значениями стойкости к истиранию до разрушения образца и значениями стойкости к истиранию до ухудшения внешнего вида. Такая оценка проводилась по величине коэффициента парной корреляции r [84]. Результаты расчета приведены в таблице 3.18 .

Таблица 3.18 – Расчет коэффициента парной корреляции

Вид образ- ца	Стойкость к истира- нию, циклы		$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$Y_i - \bar{Y}$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$
	до ухудш. вн.вида	до разру- шения					
1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	2168	5641	366	133956	-1047	1096209	-383202
1.2	1931	3392	129	16641	-3296	10863616	-425184
1.3	580	3358	-1222	1493284	-3330	11088900	4069260
1.4	1264	5000	-538	289444	-1688	2849344	908144

Окончание таблицы 3.18

1	2	3	4	5	6	7	8
2.1	2300	11100	498	248004	4412	19465744	2197176
2.2	1100	14450	-702	492804	7742	59938564	-5434884
2.3	1500	14200	-302	91204	7512	56430144	-2268624
2.4	1900	6500	98	9604	-188	35344	-18424
2.5	1000	5000	-802	643204	-1688	2849344	1353776
2.6	800	2300	-1002	1004004	-4698	22071204	4707396
2.7	1015	3900	-787	619369	-2788	7772944	2194156
2.8	2725	4018	923	851929	-2670	7128900	-2464410
2.9	2228	5256	426	181476	-1432	2050624	-610032
2.10	2623	4863	821	674041	-1825	3330625	- 1498325
3.1	2580	10231	778	605284	3543	12552849	2756454
3.2	2871	8104	1069	1142761	1416	2005056	1513704
3.3	2051	6387	249	62001	-301	90601	-74949
Σ	30636	113700		8559010		221620012	6522032

Значение коэффициента парной корреляции:

$$r = \frac{6522032}{\sqrt{8559010 \cdot 221620012}} = 0,15$$

Значение коэффициента парной корреляции $r=0,15$, т.е. корреляция между значениями стойкости к истиранию до разрушения образца и значениями стойкости к истиранию до ухудшения внешнего вида отсутствует. Следовательно, сделать прогноз по количеству стирок, которые приведут к ухудшению внешнего вида образцов, используя математические зависимости для стойкости к истиранию до разрушения образцов от количества стирок, не представляется возможным.

3.5. Обсуждения и выводы

В результате экспертного опроса были установлены определяющие показатели качества тканей медицинского назначения, предназначенные для одежды сотрудников поликлиник, которые включают характеристики антибактериальных, механических, физических свойств, показатели назначения, эстетические показатели. По определяющим показателям качества этих тканей были проведены исследования.

В качестве объектов исследования были выбраны 17 образцов хлопчатобумажных, льняных и смешанных тканей. Ткани условно были разделены на 3 группы. В группу 1 вошли ткани, выполненные на производстве «Вологодский льнокомбинат» (4 образца). Группа 2 состоит из образцов тканей для одежды медицинского назначения, представленной в специализированных магазинах и пользующейся спросом у сотрудников поликлиник (10 образцов). В группе 3 представлены образцы тканей производства ООО «Чайковский текстиль» (3 образца). Выбранные образцы представляют собой ткани различного сырьевого состава и структурных характеристик, которые наиболее часто используются для пошива медицинской одежды, широко представлены в специализированных магазинах и пользуются спросом у сотрудников поликлиник, а также ткани с улучшенными потребительскими свойствами: с различными антибактериальными отделками, с малоусадочной отделкой и отделкой «стирай – носи».

Испытания проводились по стандартным методикам с использованием современных методов. Полученные результаты обрабатывались методами математической статистики.

При исследовании антибактериальных свойств особый интерес представляли следующие образцы тканей: ткани производства «Вологодский льнокомбинат» (нити были обработаны триклозаном на стадии изготовления в процессе крейзинга); льняные и полульняные ткани (лен – природный антисептик); ткани производства «Чайковский текстиль» (антибактериальная отделка AntiBacterial швейцарской компании «Sanitized AG»).

Практический интерес представляли результаты исследования противодействия тканей микроорганизмам.

Исследования проводились в институте хирургии имени А.В. Вишневского в соответствии с МУ № 28-6/32 «Методические указания по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты» с использованием метода «агаровых пластин», позволяющим провести качественную оценку наличия антимикробной активности исследуемых тканей. В качестве испытуемых микроорганизмов были представлены госпиталь-

ные штаммы эпидермального стафилококка (*staphylococcus epidermidis*) и синегнойной палочки (*pseudomonas aeruginosa*).

Образцы тканей гр. 1 показали высокую антимикробную активность (зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2-5 мм, синегнойной палочки 2 мм). Ткани сохранили такие показатели в борьбе с эпидермальным стафилококком в течение 5 стирок, после чего антимикробная активность чуть снизилась, ткани в течение следующих 10 стирок проявили бактериостатичные свойства. Образцы тканей гр. 2 и гр. 3 показали следующие результаты: зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2 мм, синегнойной палочки 1 мм. После стирки образцы гр. 2 потеряли антимикробную активность, исключение составили образцы 2.6 и 2.7, которые в течение 10 стирок проявили бактериостатичные свойства с испытуемыми микроорганизмами. Ткани производства «Чайковский текстиль» сохранили свои свойства в борьбе с эпидермальным стафилококком в течение 10 стирок (зона задержки в борьбе с эпидермальным стафилококком составила 2 мм). Что касается госпитальной синегнойной палочки, то все образцы бактериостатичны. Под образцами роста нет. Это тоже является хорошим результатом, учитывая, что испытания проводились с госпитальными штаммами.

В результате исследований показателей качества: воздухопроницаемости, гигроскопичности, несминаемости, усадки, художественно-эстетического оформления, пиллингуемости, стойкости к истиранию было проведено сопоставление фактических показателей качества с нормами стандартов и сравнительный анализ исследуемых образцов тканей.

Для медицинского работника важной информацией является, как поведет себя выбранное изделие медицинского назначения в процессе эксплуатации, а именно, в процессе стирок, истирания и различных других воздействий. Важно, чтобы одежда прослужила как можно дольше, но при этом сохранила потребительские свойства, и прежде всего хороший внешний вид. Внешний вид медицинской одежды, а, следовательно, и материалов для нее имеет определяющее значение как для сотрудников поликлиник при совершении покупки своей рабочей

формы, так и для пациентов, так как внешний вид персонала, являясь частью корпоративной культуры, формирует, в том числе, лояльность клиентов к организации. Кроме того, частая смена медицинской одежды в наши дни влечет за собой дополнительные затраты медицинских сотрудников поликлиник. Таким образом, актуально исследование постепенного ухудшения свойств тканей – кинетики изнашивания.

В результате опроса, проведенного среди медицинских сотрудников поликлиник, было выявлено, что главными причинами смены одежды является износ от истирания и ухудшение внешнего вида (изменение окраски в результате различных воздействий и пиллингуемость). Для тканей медицинского назначения, используемых для одежды сотрудников поликлиник, можно выделить комбинированные факторы износа, среди которых наиболее существенны износ от стирки и износ от истирания (носки).

В работе были проведены исследования по определению кинетики изнашивания тканей медицинского назначения в зависимости от количества стирок и циклов истирания.

В качестве критериев постепенного ухудшения свойств тканей медицинского назначения в результате стирки были выбраны показатели: стойкость к истиранию и воздухопроницаемость, а в результате истирания – воздухопроницаемость. В процессе стирок определялся показатель «усадка», т.к. его исследование представляло практический интерес.

Всего было проведено 50 стирок (количество стирок медицинской одежды, которое осуществляет медицинский сотрудник поликлиники за 1 год). Проведение испытаний по стойкости к истиранию и воздухопроницаемости осуществлялись после контрольных стирок (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50). После каждой контрольной стирки проводились испытания на определение значений воздухопроницаемости и стойкости к истиранию.

Анализ полученных результатов установил, что стойкость к истиранию у образцов изменяется по-разному. У образцов, волокнистый состав которых включает 50% и более натуральных волокон, к 5-10 стиркам наблюдается увеличение

стойкости к истиранию в 1,02-1,70 раза. Это происходит в связи с тем, что у этих образцов в процессе стирки наблюдается частичная усадка и, как следствие, увеличение плотности ткани. У образцов, в волокнистом составе которых преобладание полиэфирных волокон, происходит уменьшение стойкости к истиранию с 1 по 5 стирки. Так, для этих образцов тканей уменьшение составляет 1,02-1,24 раза, изменения происходят по экспоненциальной зависимости. При дальнейшем увеличении количества стирок стойкость к истиранию уменьшается: к 15 стирке в 1,16-2,12 раза, исключение составляют образцы 1.1, 2.5, 2.9, и 3.3; к 20 стирке в 1,01-2,24 раза, исключение составляют образцы 2.5 и 3.3. Уменьшение стойкости к истиранию наблюдается к 30-й стирке и составляет 1,03-2,27 раз, кроме тканей 2.8 и 3.3.

Общая тенденция изменения значений воздухопроницаемости показывает, что уменьшение данного показателя происходит до 10 стирки. С 15 стирки значения коэффициента воздухопроницаемости увеличиваются (вследствие износа от стирки и вымывания специальных пропиток) и дальнейшие изменения носят более плавный характер или почти не изменяются.

Зависимость величины усадки от количества стирок для испытуемых тканей носит экспоненциальный характер. Максимальные значения усадки наблюдаются у образцов после первой стирки. По результатам первой стирки можно сделать вывод, что наименьшая усадка по основе отмечена у образцов 2.2 (0%), 2.3, 2.4 (-0,15%), 3.1, 3.2, 3.3 (-0,50%), 2.8 (-0,65%), 2.1, 2.5 (-0,85%), наибольшая – у образцов 2.6 (-4,65%), 1.2 (-3,0%), 1.1 (-2,85%), 2.7 (-2,35%), 1.3 (-2,00%), 1.4 (-1,85%). Наибольшей усадкой по основе обладает образец ткани 2.6, сырьевой состав которого на 55% состоит из льняного волокна. По утку наблюдается следующая ситуация: наибольшая усадка у образцов 1.3 (- 5,50%), 1.4 (-5,30%), 1.2 (-4,50%), 1.1 (-3,85%), наименьшая усадка у образцов 2.6 (0%) и 2.5 (-0,10%). У образцов тканей 1.1 – 1.4 отмечена наибольшая усадка по утку, т.к. ткани являются смесовыми, с преобладанием хлопковых волокон, и практически во всех из них присутствует вложение льняных волокон.

Значения усадки тканей уменьшаются к пятой стирке: по основе на 0,05-4,25%; по утку – на 0,05-4,80%. После десятой стирки у всех образцов усадка практически не наблюдается, отмечается незначительное колебание значений усадки в пределах ошибки измерения.

Практический интерес представляет прогнозирование свойств тканей за пределы практических исследований (аппроксимация вне заданного интервала). В работе было проведено изучение изменения стойкости к истиранию в зависимости от количества стирок с помощью метода экстраполяции. Данный показатель был выбран потому, что с увеличением количества стирок, стойкость к истиранию уменьшается. Зная регламентированные значения показателя качества, можно отследить количество стирок, при котором происходит критическое уменьшение стойкости к истиранию. По данным, полученным в результате изучения постепенного ухудшения стойкости к истиранию до 50 стирок включительно, с помощью экстраполяции можно исследовать изменение износостойкости тканей при увеличении количества стирок (более 50) и таким образом прогнозировать срок эксплуатации изделий. По результатам исследования методом наименьших квадратов получены математические зависимости стойкости к истиранию тканей медицинского назначения от количества стирок. Величина достоверности аппроксимации находится в интервале 0,543-0,943, что свидетельствует о высокой достоверности.

Наиболее точные значения коэффициентов детерминации для тканей группы 1 получились при полиномиальных линиях тренда, для тканей группы 2 – при экспоненциальных и полиномиальных линиях тренда, для тканей группы 3 – при полиномиальных линиях тренда.

На основании полученных данных можно сделать следующий прогноз:

- для большинства образцов снижение прочностных характеристик отмечается к 90-150 стиркам (примерно к 1,5-3 годам эксплуатации), исключения составляют ткани 2.2; 2.3 и 2.6;

- лучшие результаты из всех трех групп показали образцы тканей 3.1-3.3, для них снижение стойкости к истиранию отмечается в диапазоне 130-150 стирок.

Для всех медицинских работников большое значение имеет внешний вид изделий. Как правило, сотрудники медицинских изделий носят медицинские изделия до ухудшения внешнего вида, а не до разрушения образца. Таким образом, если брать в качестве критерия – ухудшение внешнего вида изделия, то на основе проведенных выше исследований, подставляя в математические зависимости количество циклов истирания до ухудшения внешнего вида образцов тканей, можно сделать прогноз по количеству стирок, которое приведет к этим изменениям. Однако математические зависимости были установлены для значений стойкости к истиранию образцов до разрушения. Поэтому, предварительно надо установить: существует ли зависимость между значениями стойкости к истиранию до разрушения образца и значениями стойкости к истиранию до ухудшения внешнего вида. Такая оценка проводилась по величине коэффициента парной корреляции r . Значение коэффициента парной корреляции $r=0,15$, т.е. корреляция между значениями стойкости к истиранию до разрушения образца и значениями стойкости к истиранию до ухудшения внешнего вида отсутствует. Следовательно, сделать прогноз по количеству стирок, которые приведут к ухудшению внешнего вида образцов, используя математические зависимости для стойкости к истиранию до разрушения образцов от количества стирок, не представляется возможным.

По результатам исследования свойств и кинетики изнашивания тканей медицинского назначения можно сделать следующие выводы:

- по результатам исследования антибактериальных свойств на штаммы золотистого стафилококка и синегнойной палочки доказана высокая антимикробная активность тканей производства «Вологодский льнокомбинат» и «Чайковский текстиль», которые имели специальную антибактериальную обработку;
- по результатам проведенных исследований можно установить следующую зависимость: те образцы тканей, в сырьевом составе которых было большее вложение натуральных волокон, показали значения лучше по показателям воздухопроницаемости, гигроскопичности, а ткани с большим вложением химических волокон имеют значения выше по показателям стойкости к истиранию, несминаемости, усадки после стирки;

- в работе в качестве критериев постепенного ухудшения свойств тканей медицинского назначения в результате стирки были выбраны показатели: стойкость к истиранию и воздухопроницаемость, а в результате истирания – воздухопроницаемость;
- разработана методика определения кинетики изнашивания тканей медицинского назначения;
- в процессе исследования кинетики изнашивания по полученным результатам были построены линии тренда, а также проведено прогнозирование изменения свойств исследуемых образцов с увеличением количества стирок при помощи метода экстраполяции;
- разработаны математические модели зависимостей кинетики изнашивания тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник, от основных факторов износа;
- на основании математических зависимостей установлено, что для большинства тканей снижение прочностных характеристик отмечается к 90-150 стиркам, что составляет 1,5-3 года эксплуатации. Наилучшими результатами обладают ткани производства «Чайковский текстиль».

ГЛАВА 4. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ИЗНАШИВАНИЕ ТКАНЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК

В данной главе приведены результаты комплексной оценки качества тканей медицинского назначения, предназначенных для одежды сотрудников поликлиник, разработанной методики лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения, сравнительной оценки изнашивания тканей в результате лабораторного моделирования изнашивания и опытной носки на базе оптимального варианта расчета комплексной оценки.

4.1. Выбор объектов и общая методика исследования

В качестве объектов исследования было выбрано 17 образцов тканей медицинского назначения. Общая характеристика образцов приведена в главе 3. В результате экспертного опроса, проведенного в главе 2, были установлены ОПК тканей медицинского назначения, приведенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Определяющие показатели качества тканей медицинского назначения

Показатели качества	Коэффициенты значимости
Антибактериальные свойства (X_{13})	0,142
Воздухопроницаемость (X_{11})	0,134
Сырьевой состав (X_5)	0,118
Гигроскопичность (X_{10})	0,115
Несминаемость (X_7)	0,115
Усадка после стирки (X_{14})	0,101
Художественно-эстетическое оформление (X_{15})	0,096
Пиллингуемость (X_9)	0,092
Стойкость к истиранию (X_8)	0,087

В главе 3 проведены определения численных значений ОПК тканей медицинского назначения.

Общая методика исследования сводилась к определению комплексных оценок качества тканей медицинского назначения, предназначенных для одежды сотрудников поликлиник; разработке методики проведения лабораторного исследования изнашивания тканей. Сравнительная оценка изнашивания проводилась на базе выбранного оптимального варианта комплексной оценки качества результатов лабораторного моделирования изнашивания и опытной носки тканей медицинского назначения.

Комплексный метод оценки качества основывается на использовании одного обобщенного показателя, в котором объединен комплекс показателей, выбранных для оценки качества продукции. Для этого численные значения определяющих показателей качества переводят в безразмерные, и с учетом их коэффициентов весомостей вычисляют комплексный показатель. Пересчет размерных показателей качества в безразмерные может осуществляться с помощью относительных показателей качества, рангов, баллов и показателей желательности.

Относительные показатели качества могут рассчитываться при наличии норм и без них. Обычно за базовые принимаются установленные нормы этих показателей. При отсутствии норм при сравнительной оценке качества за базовое значение может быть принято среднее, лучшее или худшее значения показателей качества [68].

Ранговые оценки могут быть дискретными и непрерывными. Они не требуют наличия норм. Лучшему значению присваивается ранг $R=1$, худшему – $R = n$, где n – число сравниваемых образцов. Из этого следует, что чем больше ранг, тем хуже значение показателя качества образца. Ранги – негативные показатели [84, 103,104].

Преимуществом использования ранговых оценок является простота вычисления и отсутствие норм. Недостаток – отсутствие нулевой оценки, что может привести к положительной оценке плохого материала. Дискретные ранговые оценки имеют тот недостаток, что численно близкие показатели оцениваются су-

щественно отличающимися рангами. Такое положение может привести к ошибкам при сравнительной оценке качества материала. Этого можно избежать, если использовать непрерывные ранговые оценки.

Балловые оценки применяются в обратном порядке. Они предусматривают, как правило, четыре варианта градаций: отлично, хорошо, удовлетворительно и плохо. Рекомендуются два варианта балловых оценок 5, 4, 3, 0 и 3, 2, 1, 0. Лучшему значению показателя присваивается высший балл, худшему значению – наименьший. Баллы – позитивные показатели. Балловая оценка подразумевает наличие норм. Особенность балловых оценок – наличие нулевой оценки [45, 103, 104].

Достоинством балловых оценок является простота, недостаток – наличие норм и дискретность, вследствие чего для практически одинаковых материалов с показателями, близкими к границе двух градаций качества, оценки получаются с разницей в один балл. Для того, чтобы избежать ошибку при сравнительной оценке качества, как правило, используют непрерывные балловые оценки.

Показатели желательности – это безразмерные не дискретные характеристики качества, изменяющиеся в пределах от 0 до 1 [68].

Представляет интерес сравнительная оценка всех указанных выше методов перевода размерных показателей качества в безразмерные.

Комплексная оценка качества подсчитывается при помощи средней арифметической, средней геометрической и средней гармонической комплексных оценок. Более подробно о данных оценках говорится в п.4.2.

Большой интерес для работников поликлиник представляет не только выбор подходящей одежды медицинского назначения, но также ее возможное поведение при эксплуатации. Наиболее приближенной к реальным условиям эксплуатации является опытная носка, которая позволяет исследовать износ изделий в процессе использования и устанавливает срок службы. Однако она продолжительна по времени, трудозатратна и дорогостояща. Опытную носку моделируют лабораторной ноской, которая не имеет перечисленных недостатков. Более подробно методика проведения лабораторного исследования изнашивания тканей и сравнитель-

ная оценка изнашивания тканей медицинского назначения в результате лабораторного моделирования и опытной носки на базе оптимального варианта расчета комплексной оценки будут рассмотрены в разд. 4.3.

4.2. Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения

При комплексной оценке качества продукции необходимо проведение следующих этапов работы: выбор номенклатуры определяющих показателей качества, нахождение значений коэффициентов весомости или значимости показателей, определение числовых значений этих показателей, выбор базовых показателей, перевод размерных показателей качества в безразмерные, выбор метода вычисления комплексной оценки качества.

В работе комплексная оценка подсчитывалась двумя способами: сначала образцы тканей были разделены на три группы (образцы тканей производства «Вологодский льнокомбинат»; образцы, приобретенные в специализированных магазинах; образцы тканей производства «Чайковский текстиль») и значения комплексных оценок были рассчитаны для каждой группы, тем самым, был определен наилучший образец в каждой группе; затем значения комплексных оценок были определены для всех исследуемых образцов, что выявило лучший образец из всех представленных.

Фактические значения ОПК тканей медицинского назначения приведены в таблице 4.2.

Для проведения комплексной оценки качества значения ОПК были переведены в безразмерные.

Общая методика перевода приведена в разделе 4.1.

Таблица 4.2 – Фактические значения ПК тканей медицинского назначения

Вид образца	Антибактериальн. свойства, мм		Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	Сырьевой состав		Гигроскопичность, %	Несминаемость, %	Усадка, %		Художественно - эстетическое оформление, баллы	Пиллингуемость, пилли на 10 см^2	Стойкость к истиранию, циклы
	Staphylococcus aeruginosa	Pseudomonas epidermidis		основа	уток			по основе	по утку			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.1	2	2	137	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	3,7	35,2	-2,85	-3,85	29,3	2	5641
1.2	2	2	294	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	100% лен	15,3	21,3	-3,00	-4,50	25,6	2	3392
1.3	5	2	302	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	100% лен	13,2	13,0	-2,00	-5,50	25,4	2	3358
1.4	5	2	294	67% хлопок, 33% полиэфирное волокно	100% лен	16,9	23,3	-1,85	-5,30	27,6	2	5000
2.1	2	1	55,0	35% хлопок 65% полиэфирное волокно	35% хлопок 65% полиэфирное волокно	3,0	43,9	-0,85	-0,65	28,0	1	11100

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2.2	2	1	60,5	35% хлопок 65% поли- эфирное во- локно	35 % хлопок 65 % поли- эфирное во- локно	4,0	57,8	0	-1,20	30,0	2	14450
2.3	2	1	55,0	35% хлопок 65% поли- эфирное во- локно	35 % хлопок 65% поли- эфирное во- локно	4,0	60,3	-0,15	-1,10	31,0	1	14200
2.4	2	1	83,5	50% хлопок 50% поли- эфирное во- локно	50 % хлопок 50% поли- эфирное во- локно	5,0	47,3	-0,15	-0,65	29,0	1	6500
2.5	2	1	210	100% хлопок	100% хло- пок	4,0	47,7	-0,85	-0,10	32,0	0	5000
2.6	2	1	1335	45% хлопок 55% лен	45% хлопок 55% лен	9,0	30,0	-4,65	0	14,0	0	2300
2.7	2	1	440	100% лен	100% лен	8,0	22,3	-2,35	-1,00	11,0	0	3900
2.8	2	1	251	100% поли- эфирное во- локно	100% поли- эфирное во- локно	2,7	53,0	-0,65	-0,50	28,4	1	4018
2.9	2	1	209	65% поли- эфирное во- локно 35% вискоз- ное волокно	65% поли- эфирное во- локно 35% вискоз- ное волокно	3,6	49,6	-1,10	-1,70	32,5	1	5256

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2.10	2	1	200	60 % хлопок 40 % поли- эфирное во- локно	60 % хлопок 40% поли- эфирное во- локно	3,1	51,2	-1,50	-1,50	29,0	1	4863
3.1	2	1	49,8	35% хлопок 65% поли- эфирное во- локно	35% хлопок 65% поли- эфирное во- локно	2,9	64,4	-0,50	-0,50	32,5	1	10231
3.2	2	1	79,5	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	3,6	59,9	-0,50	-0,65	33,4	2	8104
3.3	2	1	42,0	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	60% хлопок 40% поли- эфирное во- локно	2,5	58,9	-0,50	-1,17	30,3	1	6387

При подсчете относительных показателей за величину базовых значений принимали наилучшее значение: максимальное для позитивного показателя и минимальное для негативного.

Некоторые показатели качества (антибактериальные свойства, усадка) представлены в виде двух численных значений. В качестве итогового при переводе в безразмерные и подсчете комплексных показателей качества можно выбрать среднее геометрическое, среднее арифметическое значение или наихудшее из двух значений. В работе для принятия окончательного решения были проведены расчеты комплексных оценок качества по всем трем вариантам. Анализ результатов установил, что между всеми комплексными оценками получились высокие коэффициенты корреляции. Наиболее тесная взаимосвязь отмечена между комплексными оценками при использовании среднего геометрического и среднего арифметического итогового значения (коэффициент корреляции в зависимости от метода подсчета составил 0,94 – 0,98). При выборе в качестве итогового из двух фактических значений при переводе в безразмерные показатели качества между средним геометрическим и средним арифметическим необходимо учитывать следующий момент. Использование среднего геометрического значения по показателю «усадка», имеющей нулевое значение (образцы 2.2 и 2.6), дает итоговое значение 0%. Этот результат будет базовым при пересчете фактических показателей качества в безразмерные с использованием относительных показателей качества и приведет к нулевым значениям последних (относительных показателей качества) и, как следствие, средней геометрической и средней гармонической комплексных оценок, что является нежелательным (об этом говорится более подробно далее). В работе было принято решение производить подсчет итогового значения для показателей качества, имеющих два численных значения, с использованием среднего арифметического.

Например, фактические и итоговые значения показателя «антибактериальные свойства» (таблица 4.3):

Таблица 4.3 – Фактические и итоговые значения показателя «антибактериальные свойства»

Вид образца	Антибактериальные свойства, мм		
	Фактические значения		Итоговое значение показателя
	Staphylococcus epidermidis	Pseudomonas aeruginosa	
1.1	2	2	2,0
1.2	2	2	2,0
1.3	5	2	3,5
1.4	5	2	3,5
2.1	2	1	1,5
2.2	2	1	1,5
2.3	2	1	1,5
2.4	2	1	1,5
2.5	2	1	1,5
2.6	2	1	1,5
2.7	2	1	1,5
2.8	2	1	1,5
2.9	2	1	1,5
2.10	2	1	1,5
3.1	2	1	1,5
3.2	2	1	1,5
3.3	2	1	1,5

Расчет относительных ПК проводился по формулам:

– для позитивных показателей:

$$\Pi_o^{(+)} = \frac{\Pi_\phi}{\Pi_\sigma}, \quad (4.1)$$

– для негативных показателей:

$$\Pi_o^{(-)} = \frac{\Pi_\sigma}{\Pi_\phi}, \quad (4.2)$$

где P_{ϕ} – фактическое значение показателя качества,

где P_o – базовое значение показателя качества.

Например, для ткани 1.1 относительный показатель для воздухопроницаемости подсчитывается по формуле 4.1: $P_o^{(+)} = \frac{137}{302} = 0,45$, а для усадки – по формуле 4.2: $P_o^{(-)} = \frac{3,85}{4,5} = 0,85$.

При подсчете относительных показателей в работе было принято следующее допущение. Пиллингуемость – негативный показатель качества. Если за базовое значение брать лучшее значение, то для тканей второй группы – это 0 пиллей на 10 см^2 . Тогда для образцов, имеющих фактические значения пиллингуемости 0 пиллей на 10 см^2 , относительные показатели качества по формуле 4.2 будут равны 1, а для других образцов с фактическими значениями 1 пилля на 10 см^2 и 2 пилли на 10 см^2 , относительные показатели качества будут равны 0. При подсчете средней геометрической и средней гармонической комплексных оценках значения последних также будут равны 0, как при наличии отдельных плохих оценках. Хотя по факту значения пиллингуемости образцов хорошие и соответствуют нормированным значениям (не более 4-5 пиллей на 10 см^2). Для избежания этого фактические значения пиллингуемости были переведены в ранги (ранги были использованы потому, что показатель качества «пиллингуемость» и ранги – негативные показатели) и подсчитаны относительные показатели качества следующим образом (с использованием формулы 4.2). Результаты представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Фактические и переведенные значения пиллингуемости

Значения пиллингуемости, пилли на 10 см^2	0	1	2
Ранги	1	2	3
Базовое значение показателя	1	1	1
Относительные показатели качества	1,00	0,50	0,33

Непрерывные ранговые оценки подсчитывались по формулам [45]:

– для позитивных показателей:

$$R_{Hi} = R_{\max} - \frac{(R_{\max} - R_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (4.3)$$

– для негативных показателей:

$$R_{Hi} = R_{\min} + \frac{(R_{\max} - R_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (4.4)$$

где $R_{\max}$ и $R_{\min}$ – максимальные и минимальные ранговые оценки;

x_i – величина показателя качества для i -го материала;

$x_{\max}$ и $x_{\min}$ – максимальная и минимальная величины показателей качества оцениваемых материалов.

Так, например, для ткани 2.1 для позитивного показателя «гигроскопичность» по формуле (4.3) значение непрерывной ранговой оценки:

$$R_H = 10 - \frac{(10 - 1) \cdot (3,00 - 2,70)}{(9,00 - 2,70)} = 9,57; \text{ для негативного показателя «пиллингуемость» по}$$

$$\text{формуле (4.4): } R_H = 1 + \frac{(10 - 1) \cdot (2 - 1)}{(3 - 1)} = 5,5.$$

Расчет непрерывных балловых оценок проводился по формулам [45]:

– для позитивных показателей:

$$B_{Hi} = B_{\min} + \frac{(B_{\max} - B_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} ; \quad (4.5)$$

– для негативных показателей:

$$B_{Hi} = B_{\max} - \frac{(B_{\max} - B_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} ; \quad (4.6)$$

где $B_{\max}$ и $B_{\min}$ – максимальная и минимальная оценка в баллах;

x_i – величина показателя качества для i -го материала;

$x_{\max}$ и $x_{\min}$ – максимальная и минимальная величины показателей качества оцениваемых материалов.

При пересчете фактических значений в баллы необходимо определиться с вариантом балловых оценок. Более привычным в употреблении является вариант оценок: 5, 4, 3, 0, поэтому он и был использован в работе. Однако в него было внесено изменение. Особенность балловых оценок – наличие нулевой оценки плохого уровня показателя качества. Нулевое значение показателя имеет тот недостаток, что при комплексной оценке по баллам нулевая оценка может быть при плохих значениях всех показателей качества и при достаточно высоких значениях показателей при наличии хотя бы одного значения ниже нормы. В этих случаях два вида продукции будут иметь нулевую комплексную оценку, хотя первый образец на самом деле значительно хуже второго. Т.е. нельзя сравнить между собой образцы разного качества, но имеющие нулевую оценку. Кроме того, само значение – ноль говорит о том, что у образца как бы совсем нет никакого качества. В дальнейшем, при комплексной оценке при наличии хотя бы одного нулевого значения показателя средняя геометрическая, средняя гармоническая и комбинированные оценки будут равны нулю.

Исходя из всего сказанного, в работе, был принят следующий вариант балловых оценок: 5,4,3,1.

В данном случае, по формуле (4.5) для позитивного показателя «антибактериальные свойства» ткани 1.4 значение непрерывной балловой оценки:

$$B_H = 1 + \frac{(5-1) \cdot (3,5-2)}{(3,5-2)} = 5,00 \quad \text{а по формуле (4.6) для негативного показателя «усадка» ткани 1.4:}$$

$$B_H = 5 - \frac{(5-1) \cdot (3,58-3,35)}{(3,75-3,35)} = 2,70.$$

Показатель желательности – безразмерная непрерывная характеристика показателей качества, изменяющаяся от 0 до 1 и определяемая по формуле:

$$d = \exp[-\exp(-y)] = e^{-e^{-y}} \quad \text{при } -\infty < y < \infty \quad (4.7)$$

Показатель желательности можно определить, используя формулу, однако, подсчеты могут быть значительно упрощены, если построить трехосную номограмму. Методика вычисления показателей желательности d осуществлялась при помощи построения трехосных номограмм $худ$ [45].

Вначале строят по формуле 4.7 график зависимости $d=f(y)$. На оси абсцисс y отмечают зоны четырех качественных градаций: отлично, хорошо, удовлетворительно, плохо. Нижняя ось номограммы служит для размерных показателей качества. Отмечая в нижней части номограммы количественные показатели и соответствующие им величины y , находят две точки, через которые проводят прямую. На рисунке 4.1 на нижней оси даны значения усадки ткани. Координаты точки А: усадка 0,5%; $y=1,5$; координаты точки В: усадка 5,0%; $y=-2$. Теперь для пересчёта любого показателя усадки в безразмерный показатель желательности достаточно провести горизонталь из соответствующей точки оси размерных показателей до пересечения с прямой АВ, восстановить вертикаль из этой точки до пересечения с кривой $d=f(y)$ и по оси d найти соответствующее значение показателя желательности. На рисунке 4.1 это сделано для значения усадки ткани 2.10 1,5% , и $d \approx 0,61$.

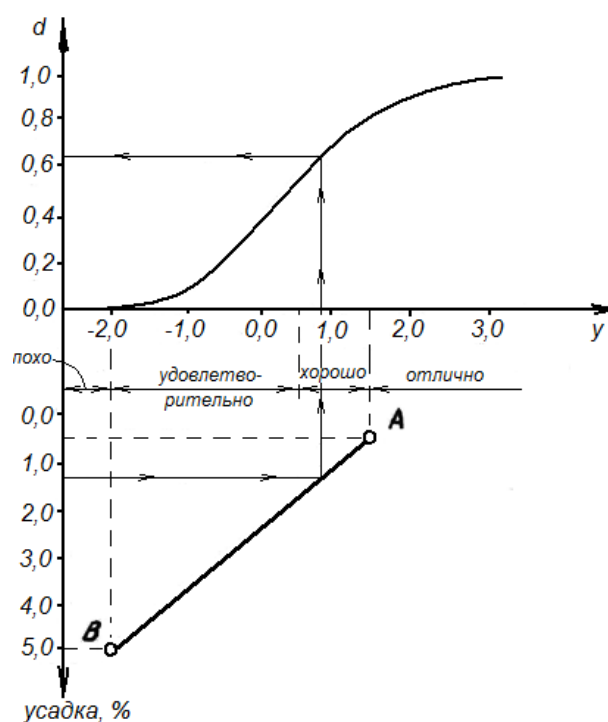


Рисунок 4.1 – Номограмма пересчета размерных показателей качества в безразмерные

Результаты перевода размерных показателей в безразмерные по всем ОПК тканей медицинского назначения представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Безразмерные значения ПК тканей медицинского назначения (образцы разделены по группам)

Вид образца	Антибактериальные свойства	Воздухопроницаемость	Сырьевой состав	Гигроскопичность	Несминаемость	Усадка	Художественно-эстетическое оформление	Пиллингуемость	Стойкость к истиранию
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Относительные показатели качества									
1.1	0,57	0,45	1,00	0,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1.2	0,57	0,97	0,80	0,91	0,60	0,89	0,87	1,00	0,60
1.3	1,00	1,00	0,80	0,78	0,37	0,89	0,87	1,00	0,59
1.4	1,00	0,97	0,80	1,00	0,66	0,94	0,94	1,00	0,89
2.1	1,00	0,04	1,00	0,33	0,73	0,53	0,86	0,50	0,77
2.2	1,00	0,05	1,00	0,44	0,96	0,67	0,92	0,33	1,00
2.3	1,00	0,04	1,00	0,44	1,00	0,64	0,95	0,50	0,98
2.4	1,00	0,06	1,00	0,56	0,78	1,00	0,89	0,50	0,45
2.5	1,00	0,16	0,80	0,44	0,79	0,83	0,98	1,00	0,35
2.6	1,00	1,00	0,60	1,00	0,50	0,17	0,43	1,00	0,16
2.7	1,00	0,33	0,60	0,89	0,37	0,24	0,34	1,00	0,27
2.8	1,00	0,19	0,60	0,30	0,88	0,69	0,87	0,50	0,28
2.9	1,00	0,16	1,00	0,40	0,82	0,29	1,00	0,50	0,36
2.10	1,00	0,15	1,00	0,34	0,85	0,27	0,89	0,50	0,34
3.1	1,00	0,63	1,00	0,81	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00
3.2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,86	1,00	0,67	0,79
3.3	1,00	0,53	1,00	0,70	0,91	0,60	0,91	1,00	0,62

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Непрерывные ранговые оценки показателей качества									
1.1	3,50	4,00	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00	2,50	1,00
1.2	3,50	1,14	3,00	1,36	2,88	3,50	3,85	2,50	3,96
1.3	1,50	1,00	3,00	1,84	4,00	3,50	4,00	2,50	4,00
1.4	1,50	1,14	3,00	1,00	2,61	2,44	2,31	2,50	1,84
2.1	5,50	9,50	3,50	9,57	4,88	2,64	2,88	6,00	3,48
2.2	5,50	9,46	3,50	8,14	1,59	1,94	2,05	10,00	1,00
2.3	5,50	9,50	3,50	8,14	1,00	2,03	1,63	6,00	1,18
2.4	5,50	9,31	3,50	6,71	4,08	1,00	2,46	6,00	6,89
2.5	5,50	8,47	6,25	8,14	3,98	1,37	1,21	2,00	8,00
2.6	5,50	1,00	9,00	1,00	8,18	10,00	8,74	2,00	10,00
2.7	5,50	5,94	9,00	2,43	10,00	7,00	10,00	2,00	8,81
2.8	5,50	8,20	9,00	10,00	2,73	1,84	2,72	6,00	8,73
2.9	5,50	8,48	3,50	8,71	3,53	5,69	1,00	6,00	7,81
2.10	5,50	8,54	3,50	9,43	3,16	6,16	2,46	6,00	8,10
3.1	2,00	2,58	2,00	2,27	1,00	1,00	1,58	1,50	1,00
3.2	2,00	1,00	2,00	1,00	2,64	1,47	1,00	3,00	2,11
3.3	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,50	3,00
Непрерывные балловые оценки показателей качества									
1.1	1,00	1,00	5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
1.2	1,00	4,80	1,00	4,53	2,45	3,42	1,20	5,00	1,06
1.3	5,00	5,00	1,00	3,88	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00
1.4	5,00	4,80	5,00	5,00	2,85	1,49	3,25	5,00	3,87

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1	1,00	1,00	5,00	1,25	3,27	4,15	4,16	3,00	3,90
2.2	1,00	1,02	5,00	1,45	4,74	3,30	4,54	1,00	5,00
2.3	1,00	1,00	5,00	1,00	5,00	4,42	4,72	3,00	4,92
2.4	1,00	1,09	5,00	1,67	3,63	4,85	4,35	3,00	2,38
2.5	1,00	1,48	3,00	2,19	3,67	4,66	4,91	5,00	1,35
2.6	1,00	5,00	1,00	3,75	1,81	1,00	1,56	5,00	1,00
2.7	1,00	2,20	1,00	5,00	1,00	3,22	1,00	5,00	1,53
2.8	1,00	1,32	1,00	1,32	4,23	5,00	4,24	3,00	1,57
2.9	1,00	1,17	5,00	1,20	3,87	3,84	5,00	3,00	1,97
2.10	1,00	1,23	5,00	2,82	4,04	4,04	4,35	3,00	1,84
3.1	1,00	1,83	1,00	1,00	5,00	5,00	3,84	5,00	5,00
3.2	1,00	5,00	1,00	5,00	1,73	4,10	5,00	1,00	2,79
3.3	1,00	1,00	1,00	2,95	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Функции желательности									
1.1	0,68	0,40	0,80	0,19	0,61	0,11	0,77	0,01	0,40
1.2	0,68	0,71	0,72	0,79	0,22	0,07	0,72	0,01	0,13
1.3	0,80	0,71	0,72	0,75	0,01	0,07	0,72	0,01	0,13
1.4	0,80	0,71	0,80	0,80	0,30	0,09	0,75	0,01	0,37
2.1	0,30	0,03	0,80	0,02	0,70	0,61	0,75	0,65	0,74
2.2	0,30	0,60	0,80	0,03	0,78	0,79	0,77	0,01	0,80
2.3	0,30	0,03	0,80	0,01	0,79	0,79	0,78	0,65	0,80
2.4	0,30	0,14	0,80	0,05	0,72	0,81	0,76	0,65	0,53
2.5	0,30	0,60	0,72	0,08	0,73	0,80	0,80	0,80	0,37

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.6	0,30	1,00	0,51	0,21	0,51	0,37	0,17	0,80	0,01
2.7	0,30	0,80	0,51	0,40	0,26	0,56	0,01	0,80	0,15
2.8	0,30	0,45	0,50	0,03	0,75	0,78	0,75	0,65	0,17
2.9	0,30	0,23	0,80	0,02	0,74	0,64	0,80	0,65	0,40
2.10	0,30	0,37	0,80	0,13	0,75	0,61	0,76	0,65	0,28
3.1	0,30	0,03	0,80	0,02	0,80	0,80	0,80	0,65	0,71
3.2	0,30	0,12	0,80	0,19	0,79	0,78	0,80	0,01	0,63
3.3	0,30	0,01	0,80	0,07	0,79	0,74	0,78	0,65	0,54
Z_i	0,142	0,134	0,118	0,115	0,115	0,101	0,096	0,092	0,087

Комплексный показатель подсчитывается при помощи следующих формул [46].

Средняя арифметическая комплексная оценка:

$$K = \sum_{i=1}^n P_{0i} z_i \quad (4.7)$$

где P_{0i} – безразмерное значение i -ого показателя;

z_i – коэффициент весомости, $\sum_{i=1}^n z_i = 1$;

n – число определяющих показателей качества.

Средняя геометрическая комплексная оценка.

$$G = \prod_{i=1}^n P_{0i}^{z_i} \quad (4.8)$$

При таком способе подсчета, если хотя бы одна оценка $P_{ji} = 0$, комплексная оценка равна нулю.

Средняя гармоническая комплексная оценка.

$$H = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{P_{0i}}} \quad (4.9)$$

При наличии $P_{ji} = 0$ комплексная оценка $H_j = 0$.

В работе применяли все три метода подсчета комплексных оценок, чтобы рекомендовать наиболее приемлемый.

Приведем пример расчета комплексных ПК.

Пример расчета комплексных оценок для ткани 1.1 по относительным показателям:

Средняя арифметическая комплексная оценка:

$$K_{1.1} = 0,57 \cdot 0,142 + 0,45 \cdot 0,134 + 1,00 \cdot 0,118 + 0,22 \cdot 0,115 + 1,00 \cdot 0,115 + 1,00 \cdot 0,101 + 1,00 \cdot 0,096 + 1,00 \cdot 0,092 + 1,00 \cdot 0,087 = 0,78.$$

Средняя геометрическая комплексная оценка:

$$G_{1.1} = 0,57^{0,142} \cdot 0,45^{0,134} \cdot 1,00^{0,118} \cdot 0,22^{0,115} \cdot 1,00^{0,115} \cdot 1,00^{0,101} \cdot 1,00^{0,096} \cdot 1,00^{0,092} \cdot 1,00^{0,087} = 0,70.$$

Средняя гармоническая комплексная оценка:

$$H_{1.1} = \frac{1}{\frac{0,142}{0,57} + \frac{0,134}{0,45} + \frac{0,118}{1,00} + \frac{0,115}{0,22} + \frac{0,115}{1,00} + \frac{0,101}{1,00} + \frac{0,096}{1,00} + \frac{0,092}{1,00} + \frac{0,087}{1,00}} = 0,60.$$

Для непрерывных рангов и баллов, а также функции желательности, комплексные оценки по средней арифметической, средней геометрической и средней гармонической считаются аналогично.

Результаты расчетов комплексных оценок приведены в таблицах 4.6, 4.7, 4.8, 4.9.

Таблица 4.6 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по относительным ПК (по группам)

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	0,78	0,70	0,60
1.2	0,80	0,78	0,76
1.3	0,82	0,79	0,74
1.4	0,91	0,90	0,90
2.1	0,64	0,47	0,21
2.2	0,70	0,52	0,25
2.3	0,72	0,53	0,22
2.4	0,69	0,54	0,29
2.5	0,70	0,64	0,48
2.6	0,68	0,57	0,44
2.7	0,57	0,50	0,43
2.8	0,60	0,52	0,43
2.9	0,62	0,52	0,42
2.10	0,61	0,50	0,39
3.1	0,93	0,91	0,90
3.2	0,91	0,90	0,88
3.3	0,81	0,79	0,76

Таблица 4.7 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по непрерывным рангам (по группам)

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	2,24	9,66	1,52
1.2	2,78	10,00	2,30
1.3	2,69	9,94	2,12
1.4	1,99	9,65	1,73
2.1	5,52	10,79	4,52
2.2	4,98	10,48	2,81
2.3	4,53	10,37	2,50
2.4	5,17	10,65	3,48
2.5	5,18	10,61	3,19
2.6	5,94	10,62	2,65
2.7	6,68	10,99	4,99
2.8	6,16	10,87	4,46
2.9	5,66	10,77	3,83
2.10	5,90	10,87	4,87
3.1	1,72	9,51	1,52
3.2	1,78	9,51	1,52
3.3	2,60	9,98	2,45

Таблица 4.8 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по непрерывным баллам (по группам)

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1	2	3	4
1.1	3,44	2,66	1,95
1.2	2,72	2,19	1,75
1.3	2,80	2,11	1,61
1.4	4,11	3,87	3,55
2.1	2,82	2,34	1,90
2.2	2,88	2,27	1,78
2.3	3,16	2,49	1,89
2.4	2,88	2,43	2,00
2.5	2,89	2,47	2,08

Окончание таблицы 4.8

1	2	3	4
2.6	2,37	1,87	1,23
2.7	2,26	1,81	1,51
2.8	2,40	1,97	1,65
2.9	2,79	2,31	1,90
2.10	2,95	2,54	2,13
3.1	2,96	2,33	1,81
3.2	2,93	2,34	1,84
3.3	1,59	1,31	0,85

Таблица 4.9 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по функции желательности (по группам)

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	0,51	0,18	0,03
1.2	0,44	0,16	0,04
1.3	0,31	0,06	0,02
1.4	0,57	0,38	0,09
2.1	0,50	0,28	0,06
2.2	0,48	0,25	0,07
2.3	0,52	0,23	0,04
2.4	0,52	0,39	0,21
2.5	0,54	0,49	0,43
2.6	0,36	0,14	0,03
2.7	0,38	0,14	0,03
2.8	0,39	0,22	0,07
2.9	0,49	0,35	0,20
2.10	0,55	0,48	0,38
3.1	0,59	0,40	0,08
3.2	0,57	0,39	0,09
3.3	0,27	0,06	0,02

В работе также была подсчитана общая комплексная оценка исследуемых образцов тканей для определения лучших из всех представленных. Значения средних арифметической, геометрической и гармонической комплексных оценок по относительным ПК, по непрерывным рангам, по непрерывным баллам и по функции желательности по всем образцам тканей представлены в таблицах 4.10, 4.11, 4.12 и 4.13.

Таблица 4.10 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по относительным ПК по всем тканям

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	0,46	0,35	0,25
1.2	0,48	0,39	0,31
1.3	0,51	0,40	0,30
1.4	0,47	0,46	0,34
2.1	0,53	0,38	0,19
2.2	0,59	0,41	0,20
2.3	0,61	0,43	0,20
2.4	0,58	0,44	0,26
2.5	0,47	0,49	0,39
2.6	0,54	0,46	0,38
2.7	0,44	0,41	0,37
2.8	0,49	0,42	0,35
2.9	0,51	0,42	0,34
2.10	0,49	0,41	0,32
3.1	0,60	0,42	0,19
3.2	0,56	0,42	0,24
3.3	0,52	0,35	0,15

Таблица 4.11 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по непрерывным рангам по всем тканям

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	11,23	10,25	9,11
1.2	11,73	10,45	8,63
1.3	11,29	8,91	5,74
1.4	10,04	6,91	3,65
2.1	9,43	8,08	6,79
2.2	8,52	6,01	3,83
2.3	8,06	5,71	3,86
2.4	9,32	7,43	4,79
2.5	9,39	6,87	4,33
2.6	10,14	7,49	4,10
2.7	11,76	10,45	8,19
2.8	10,78	8,92	6,59
2.9	9,56	8,06	6,15
2.10	9,92	8,87	7,86
3.1	8,41	5,57	3,21
3.2	8,93	6,25	3,75
3.3	9,41	7,54	5,86

Таблица 4.12 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по непрерывным баллам по всем тканям

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	2,51	2,27	2,01
1.2	2,38	2,17	1,97
1.3	2,54	2,15	1,76
1.4	3,08	2,59	2,16
2.1	2,89	2,36	1,86
2.2	2,91	2,45	1,74
2.3	3,10	2,49	1,90
2.4	2,82	2,35	1,90
2.5	2,79	2,32	1,95
2.6	2,25	1,83	1,58
2.7	2,04	1,75	1,55
2.8	2,36	1,94	1,61
2.9	2,78	2,28	1,87
2.10	2,79	2,36	1,98
3.1	3,12	2,48	1,89
3.2	2,90	2,33	1,77
3.3	2,90	2,42	1,90

Таблица 4.13 – Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения по функции желательности по всем тканям

Вид образца	Комплексные оценки		
	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1.1	0,498	0,351	0,089
1.2	0,502	0,332	0,086
1.3	0,464	0,169	0,031
1.4	0,539	0,323	0,076
2.1	0,499	0,270	0,074
2.2	0,534	0,304	0,070
2.3	0,516	0,264	0,058
2.4	0,504	0,373	0,218
2.5	0,564	0,468	0,328
2.6	0,433	0,038	0,087
2.7	0,434	0,300	0,083
2.8	0,414	0,353	0,170
2.9	0,502	0,351	0,130
2.10	0,522	0,448	0,366
3.1	0,513	0,269	0,070
3.2	0,479	0,299	0,329
3.3	0,497	0,275	0,061

Проведенный сравнительный анализ результатов определения комплексных оценок (средней арифметической, средней геометрической и средней гармонической) по относительным показателям качества, по непрерывным рангам, по непрерывным баллам и по функции желательности установил следующее.

Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения, проведенная при разделении образцов на группы, установила следующее.

- По группе 1 лучшим является образец 1.4. Такой результат получился по всем вариантам подсчета: по относительным показателям качества, по непрерывным рангам, по непрерывным баллам и по функции желательности по различным методам расчета комплексных оценок (К, G, Н). Исключение составляет средняя гармоническая комплексная оценка качества по непрерывным рангам (у образца 1.4 – 2 место, на 1 месте образец 1.1).

- По группе 2 однозначно худшим является образец 2.7 (9-10 места). Исключение составляет распределение мест по средней гармонической комплексной оценке по относительным показателям качества.

Распределение мест среди образцов группы 2 зависит от способа перевода размерных показателей качества в безразмерные и метода подсчета комплексных оценок качества. По средней арифметической комплексной оценке лучшим является образец 2.3 (по относительным показателям качества, непрерывным рангам, баллам), лучшим по функции желательности является образец 2.10. По средней геометрической и средней гармонической комплексным оценкам по относительным показателям качества и функции желательности – образец 2.5, по непрерывным рангам – образец 2.3, по непрерывным баллам – образец 2.10. Однако в целом более схожая картина в распределении мест среди образцов наблюдается по средней арифметической и средней геометрической комплексным оценкам. Если и имеются небольшие расхождения, то разница между численными значениями комплексных оценок при распределении мест очень незначительна. Например, по функции желательности по средней арифметической и средней геометрической комплексным оценкам (таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Лучшие значения по функции желательности по средней арифметической и средней геометрическим комплексным оценкам

Место	Средняя арифметическая комплексная оценка		Средняя геометрическая комплексная оценка	
	образец	численное значение	образец	численное значение
1	2.10	0,55	2.5	0,49
2	2.5	0,54	2.10	0,48

Разница между численными значениями 1 и 2 места по средней арифметической и средней геометрической комплексным оценкам составляет 0,01, т.е. порядка 1,8-2,0%, т.е. очень незначительна и может быть объяснена погрешностью вычислений.

- По группе 3 наблюдаются одинаковые результаты при распределении мест образцов: 1 место – образец 3.1, 2 место – образец 3.2, 3 место – образец 3.3. Исключение – комплексные оценки качества по непрерывным баллам по средней геометрической и средней гармонической (1 место – образец 3.2, 2 место - образец 3.1). Однако разница между численными значениями комплексных оценок незначительна.

Сравнительный анализ комплексных оценок качества по всем тканям установил схожесть в расстановке мест образцов по средней арифметической и средней геометрической оценкам, по средней гармонической оценке имеет место некоторое отличие в распределении образцов. Такая картина характерна для относительных показателей качества, непрерывных рангов, непрерывных баллов и функции желательности.

Для упрощения проведения сравнительного анализа в работе для тканей медицинского назначения рекомендуется определять среднюю арифметическую комплексную оценку (таблица 4.15), как наиболее эффективную.

Таблица 4.15 – Средняя арифметическая комплексная оценка тканей медицинского назначения

Вид образца	Средняя арифметическая комплексная оценка							
	по группам				по всем образцам			
	по относи- тельным ПК	по рангам	по баллам	по функции желательно- сти	по относи- тельным ПК	по рангам	по баллам	по функции желательно- сти
1.1	0,78	2,24	3,44	0,51	0,46	11,23	2,51	0,498
1.2	0,80	2,78	2,72	0,44	0,48	11,73	2,38	0,502
1.3	0,82	2,69	2,80	0,31	0,51	11,29	2,54	0,464
1.4	0,91	1,99	4,11	0,57	0,47	10,04	3,08	0,539
2.1	0,64	5,52	2,82	0,50	0,53	9,43	2,89	0,499
2.2	0,70	4,98	2,88	0,48	0,59	8,52	2,91	0,534
2.3	0,72	4,53	3,16	0,52	0,61	8,06	3,10	0,516
2.4	0,69	5,17	2,88	0,52	0,58	9,32	2,82	0,504
2.5	0,70	5,18	2,89	0,54	0,47	9,39	2,79	0,564
2.6	0,68	5,94	2,37	0,36	0,54	10,14	2,25	0,433
2.7	0,57	6,68	2,26	0,38	0,44	11,76	2,04	0,434
2.8	0,60	6,16	2,40	0,39	0,49	10,78	2,36	0,414
2.9	0,62	5,66	2,79	0,49	0,51	9,56	2,78	0,502
2.10	0,61	5,90	2,95	0,55	0,49	9,92	2,79	0,522
3.1	0,93	1,72	2,96	0,59	0,60	8,41	3,12	0,513
3.2	0,91	1,78	2,93	0,57	0,56	8,93	2,90	0,479
3.3	0,81	2,60	1,59	0,27	0,52	9,41	2,90	0,497

В таблице 4.16 представлено ранжирование образцов тканей медицинского назначения по значениям комплексных оценок, подсчитанных с использованием средней арифметической комплексной оценки (по три образца, выбранных из каждой группы, и шесть из всех образцов тканей).

Таблица 4.16 – Лучшие значения средней арифметической комплексной оценки тканей медицинского назначения

Места	Средняя арифметическая комплексная оценка			
	по относительным ПК	по рангам	по баллам	по функции желательности
	Группа 1			
1	1.4 (0,91)	1.4 (1,99)	1.4 (4,11)	1.4 (0,57)
2	1.3 (0,82)	1.1 (2,24)	1.1 (3,44)	1.1 (0,51)
3	1.2 (0,80)	1.3 (2,69)	1.3 (2,80)	1.2 (0,44)
	Группа 2			
1	2.3 (0,72)	2.3 (4,53)	2.3 (3,16)	2.10 (0,55)
2	2.2-2.5 (0,70)	2.2 (4,98)	2.10 (2,95)	2.5 (0,54)
3	2.2-2.5 (0,70)	2.5 (5,17)	2,5 (2,89)	2.3-2.4 (0,52)
	Группа 3			
1	3.1 (0,93)	3.1 (1,72)	3.1 (2,96)	3.1 (0,59)
2	3.2 (0,91)	3.2 (1,78)	3.2 (2,93)	3.2 (0,57)
3	3.3 (0,81)	3.3 (2,60)	3.3 (1,59)	3.3 (0,27)
	По всем образцам			
1	2.3 (0,61)	2.3 (8,06)	3.1 (3,12)	2.5 (0,56)
2	3.1 (0,60)	3.1 (8,41)	2.3 (3,10)	1.4 (0,54)
3	2.2 (0,59)	2.2 (8,52)	1.4 (3,08)	2.2 (0,53)
4	2.4 (0,58)	3.2 (8,93)	2.2 (2,91)	2.10 (0,52)
5	3.2 (0,56)	2.4 (9,32)	3.2-3.3 (2,90)	2.3 (0,52)
6	2.6 (0,54)	2.5 (9,39)	3.2-3.3 (2,90)	3.1 (0,51)

Проведенный анализ полученных результатов показал, что наилучшие значения средних арифметических комплексных оценок были выявлены у образца ткани 2.3. Образец стал лидером не только в своей группе образцов (по относительным ПК, по рангам и баллам), но также и среди всех образцов тканей по относительным показателям и по рангам, второе место – по баллам. Данный образец представляет собой смесовую ткань (35% хлопок, 65% полиэфирное волокно) с хорошими потребительскими свойствами: высокая несминаемость (60,3%), малая усадка по основе и утку (-0,15% и -1,10% соответственно), высокая оценка художественно-эстетического оформления (31,0), малая пиллингуемость, высокая стойкость к истиранию. В общем сравнении по баллам лучшим является образец ткани «Чайковский текстиль» 3.1, у него второе место по относительным показателям качества и рангам. Образец занял первое место среди групповых значений по относительным ПК, по рангам, по баллам и по функции желательности. Данный образец сырьевого состава: 65% полиэфирное волокно, 35% хлопок имеет высокие значения художественно-эстетических свойств (32,5 балла), стойкости к истиранию (10231 циклов), но заниженные значения по гигроскопичности (1,48%) и воздухопроницаемости ($49,8 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$). Образец 2.2 занял третье место по относительным показателям качества, рангам и функции желательности, четвертое – по баллам. У образца можно отметить хорошую несминаемость (57,8%), малую усадку, высокую оценку художественно-эстетического оформления (31,0), самую высокую стойкость к истиранию (14450 циклов). У образца 1.4 второе место по функции желательности, третье место по баллам. Для образца характерны высокие значения по наиболее весомым показателям качества, таким, как, антибактериальные свойства, воздухопроницаемость ($294 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$), лучшее значение по гигроскопичности (16,9%). Как в групповом, так и в общем сравнении конкуренцию данному образцу составил образец ткани 2.5, значения которого по функции желательности оказались самыми высокими.

Таким образом, занимая разные места в зависимости от метода подсчета при ранжировании вариантов тканей, иногда отличаясь по численным значениям комплексных оценок друг от друга на 0,01 (примерно 1-2%) среди лучших образ-

цов тканей медицинского назначения для сотрудников поликлиник можно отметить: образец 2.3, образец 3.1, образец 2.2, образец 1.4, образец 2.5, образец 3.2 и образец 2.4.

Сравнительный анализ средних арифметических комплексных оценок тканей медицинского назначения, подсчитанных с использованием относительных ПК, непрерывных рангов, непрерывных баллов и функции желательности установил, что между всеми комплексными оценками получились высокие коэффициенты корреляции (таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Значения коэффициента корреляции между комплексными оценками тканей медицинского назначения

ПК	Относительные ПК	Непрерывные ранги	Непрерывные баллы	Показатели желательности
Относительные ПК	1,000	0,914	0,875	0,787
Непрерывные ранги	0,914	1,000	0,907	0,764
Непрерывные баллы	0,875	0,907	1,000	0,851
Показатели желательности	0,787	0,764	0,851	1,000

Значения коэффициентов корреляции (0,764-0,914 при ошибке 0,040-0,101) позволяют использовать для расчетов любые комплексные оценки. Однако наибольший коэффициент корреляции имеет комплексная оценка по относительным показателям и по непрерывным рангам ($r=0,914$ при ошибке 0,040). Выбирая между относительными показателями качества и непрерывными рангами надо учитывать следующее. Непрерывные ранги более сложны в вычислении, т.к. сначала подсчитываются дискретные ранги, а потом непрерывные. Кроме того, ранги – негативные ПК, лучший результат иногда трудно воспринимать, т.к. он является минимальным. Таким образом, более предпочтительной является комплексная оценка по относительным показателям качества. Еще одно уточнение. Более наглядные значения получаются по относительным показателям качества, которые характеризуют оценку качества образца по степени приближения к 1. Вычис-

ления по относительным показателям качества достаточно просты и легко применимы на практике. Для расчета комплексной оценки тканей медицинского назначения в работе была предложена средняя арифметическая комплексная оценка по относительным показателям качества. Данная оценка была использована для расчета изнашивания показателей качества тканей медицинского назначения при помощи лабораторного моделирования и опытной носки.

4.3. Изнашивание тканей медицинского назначения

Большой интерес для работников поликлиник представляет не только выбор подходящей одежды медицинского назначения, но также ее возможное поведение при эксплуатации. Одной из задач работы было изучение изнашивания тканей медицинского назначения.

Исследовать поведение тканей медицинского назначения в процессе эксплуатации – значит рассмотреть изменения, происходящие с ними в процессе носки и ухода за изделием. Износ текстильных изделий изучают, как правило, двумя способами: или наблюдением за изнашиванием готовой продукции при опытной носке, или в лабораторных условиях путем моделирования на приборах условий эксплуатации [54].

При моделировании комплекса факторов изнашивания используют два метода [54].

1. Испытание на приборе, обеспечивающем одновременное воздействие нескольких факторов на образец материала.
2. Испытание образцов на нескольких приборах, каждый из которых обеспечивает воздействие только одного фактора.

В работе использовался второй способ.

В работе были проведены сравнительные исследования износа образцов тканей медицинского назначения при опытной носке и в результате лабораторного моделирования цикла изнашивания. Методика лабораторного моделирования изнашивания представлена в Приложении Г.

Для проведения лабораторного моделирования изнашивания с учетом основных факторов износа медицинской одежды при эксплуатации был разработан цикл изнашивания изделий медицинского назначения: «истирание – смятие – стирка – глажение». Фактор «смятие» не оказывает решающее воздействие на износ. Кроме того, для проведения последовательных исследований нужны большие образцы тканей, а приборная база испытаний на смятие не позволяет проводить подобные исследования. Таким образом, в работе для проведения лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения был предложен следующий скорректированный цикл изнашивания: «истирание – стирка – глажение».

В качестве объектов исследования были выбраны образцы тканей 2.3 (35 % хлопок, 65 % полиэфирное волокно) и 2.4. (50 % хлопок, 50 % полиэфирное волокно).

Образец 2.3 признан лучшим по результатам исследований и по значениям комплексной оценки качества. Образец 2.4 также отмечен в числе лучших. Кроме того, для испытания была отобрана медицинская одежда, предпочтение которой отдали медицинские сотрудники (образцы тканей 2.3 и 2.4).

По результатам лабораторных испытаний образцов тканей медицинского назначения по показателю стойкости к истиранию было определено среднеарифметическое значение из 17 результатов, это 6000 циклов. Социологический опрос, проведенный среди медицинских работников, выявил, что необходимость смены медицинской одежды в подавляющем большинстве случаев возникает в интервале от полугода (26%) до одного года (43%). Именно в данном временном промежутке у медицинских изделий появляется износ от истирания (это отметили 40 % из опрошенных). Поэтому, 6000 циклов были приняты за 1 год эксплуатации. Если учесть, что в году 50 недель, получается 120 циклов истирания за 1 рабочую неделю.

Испытания по определению стойкости к истиранию были проведены на приборе Вертестер (weartester) фирмы Computext. Это универсальный прибор, который предназначен для определения стойкости к истиранию и износу тканей

различного назначения и сырьевого состава. Большая площадь истираемого образца делает этот прибор очень удобным для моделирования износа в лабораторных условиях, т.к. позволяет оценить степень износа от истирания последующим определением для истертого образца какой-либо характеристики механических свойств, принятой в качестве критерия износа. Универсальность данного прибора заключается в возможности задавать виды движения испытываемого образца: прямолинейное переменное, поступательное по всему контуру и т.д.

В качестве абразива было выбрано серошинельное сукно.

Внешний вид прибора «Вертестер» показан на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Внешний вид прибора «Вертестер»

Испытуемые образцы подвергались стирке, сушке, глажению в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 30157.1 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок», После чего определялись линейные размеры образца после мокрых обработок.

В работе был выбран режим испытаний – ручная стирка. По результатам проведенного опроса среди медицинских работников, было установлено, что большинство из них предпочитают стирать медицинские халаты вручную. Это может быть связано с тем, что сотрудники считают данный вид стирки более бережной в сравнении с машинной.

Подготовленные элементарные пробы подвергаются стирке по следующему режиму испытаний.

Стирка:

- режим испытаний – ручная стирка;
- модуль ванны 1:30;
- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- масса моющего средства – $3 \pm 0,5$ г/дм³;
- продолжительность обработки без механических воздействий – $10 \pm 0,5$ мин (в конце замочки пробы перемешивают руками 10 раз с легким отжимом).

Полоскание.

После завершения стирки, приступают к этапу полоскание.

Параметры испытаний:

- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- количество циклов – 1;
- продолжительность одного цикла без механического воздействия – $5 \pm 0,2$ мин.

Обезвоживание.

Обезвоживание вручную – отжим руками (между ладонями без выкручивания).

Прессование и глажение.

Параметры испытаний:

- вид применяемого оборудования – утюг;
- температура подошвы утюга – не более 150° C;

Продолжительность – 20 ± 1 с. [98].

В качестве контрольных точек при лабораторных исследованиях были выбраны 1, 5, 10, 20 и 50 циклы воздействия, после которых проводилось исследование образцов по определяющим ПК.

В качестве критериев износостойкости тканей медицинского назначения было выбрано ухудшение свойств образцов по определяющим показателям качества: антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, сырьевой состав, гигроскопичность, несминаемость, усадка, художественно-эстетическое оформление, пиллингуемость, стойкость к истиранию.

Для определения значений при опытной носке медицинским сотрудникам районной поликлиники были выданы медицинские халаты, сшитые из исследуемых образцов тканей (образцы тканей 2.3 и 2.4). Все участники были ознакомлены с правилами эксплуатации изделий. Сотрудники поликлиник носили медицинские халаты в течение одного года, по 8 часов ежедневно, при этом работники стирали халаты 1 раз в неделю. После этого, исследуемые образцы изымались для определения выбранных показателей (антибактериальных свойств, воздухопроницаемости, гигроскопичности, несминаемости, усадки, художественно-эстетического оформления, пиллингуемости, стойкости к истиранию) и возвращались вновь участникам испытаний.

Исследуемые образцы изделий изымались для определения численных значений определяющих ПК после 1, 5, 10, 20 и 50 недель эксплуатации медицинской одежды.

Итоговой целью проведения испытаний был сравнительный анализ результатов лабораторного моделирования изнашивания со значениями, полученными при опытной носке.

В качестве критерия сравнительной оценки результатов лабораторного изнашивания и опытной носки был выбран комплексный метод оценки качества по средней арифметической комплексной оценке по относительным показателям качества.

В таблицах 4.18 и 4.19 приведены численные значения определяющих ПК тканей медицинского назначения.

Методика подсчета комплексных показателей качества приведена в разделе 4.2. Результаты перевода численных значений ПК в относительные величины приведены в таблице 4.20.

При пересчете фактических значений ПК в безразмерные использовались относительные ПК. Пересчет производился с использованием формул 4.1 и 4.2. В качестве базовых принимались значения ПК при нулевом цикле изнашивания. Возникли небольшие трудности с базовым значением для усадки. Можно за базовое взять значение усадки после 1-го цикла воздействия. Например, для образца 2.3: при лабораторном изнашивании -0,62%, при опытной носке -0,85%. Рассчитанные значения относительных показателей качества по усадке приведены в таблице 4.21.

Таблица 4.21 – Значения относительных ПК по усадке тканей при лабораторном моделировании и опытной носке

Вид изнашивания	Количество циклов изнашивания					
	1	5	10	20	30	50
Лабораторное моделирование	1,0	1,2	6,2	62,0	62,0	62,0
Опытная носка	1,0	8,5	8,5	85,0	85,0	85,0

Таким образом, значения относительных ПК при первом цикле изнашивания отличаются от относительных ПК при 20, 30 и 50 циклах в 62 и 83 раза соответственно для лабораторного изнашивания и опытной носки. Аналогичная разница получается, если за базовое значение брать лучшие значения (при 20, 30 и 50 циклах) – 0,01%. При такой большой разнице в значениях относительных ПК образцов значения комплексных оценок будут не чувствительны к небольшим (по сравнению с усадкой) изменениям значений других ОПК тканей.

Таблица 4.18 – Численные значения ПК образца ткани 2.3 в зависимости от количества циклов изнашивания

Показатели качества	Количество циклов изнашивания											
	1		5		10		20		30		50	
Образец 2.3	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка
Антибактериальные свойства	1,40	1,40	1,40	1,40	0,23	0,23	0,14	0,14	0,11	0,11	0,02	0,02
Воздухопроницаемость	54,00	56,00	55,00	59,50	52,50	58,50	44,50	50,00	56,50	44,00	44,50	43,50
Гигроскопичность	4,00	4,10	4,40	4,30	3,80	3,90	3,64	3,60	3,00	2,90	2,50	2,70
Сырьевой состав	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Несминаемость	57,00	58,00	55,00	50,00	57,80	53,70	54,00	57,80	59,00	57,20	56,10	54,00
Усадка	-1,10	-1,15	-1,50	-0,10	0,01	-0,50	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Художественно-эстетическое оформление	31,00	31,00	31,00	31,00	30,00	31,00	29,00	30,00	24,00	22,00	22,00	20,00
Пиллингуемость	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Стойкость к истиранию	12150,00	12300,00	11664,00	11800,00	10050,00	10145,00	8230,00	8451,00	8230,00	8451,00	5900,00	6300,00

Таблица 4.19 – Численные значения ПК образца ткани 2.4 в зависимости от количества циклов изнашивания

Показатели качества	Количество циклов изнашивания											
	1		5		10		20		30		50	
Образец 2.4	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка	лаб. моделирование	опытная носка
Антибактериальные свойства	1,40	1,40	1,40	1,40	0,23	0,23	0,14	0,14	0,11	0,11	0,02	0,02
Воздухопроницаемость	94,00	85,00	100,00	89,00	123,00	105,00	113,00	97,50	117,00	95,00	113,00	92,00
Гигроскопичность	5,08	5,14	5,20	5,30	4,60	4,75	4,25	4,32	4,20	4,30	3,60	3,83
Сырьевой состав	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Несминаемость	49,00	52,00	58,60	58,30	50,50	49,40	50,00	49,40	67,20	58,40	71,10	65,00
Усадка	-0,65	-0,45	-0,25	-0,15	-0,50	-0,45	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Художественно-эстетическое оформление	29,00	29,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	27,00	25,00	23,00	24,00	27,00
Пиллингуемость	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Стойкость к истиранию	5740,00	5920,00	5700,00	5820,00	4920,00	5000,00	4400,00	4330,00	4391,00	4323,00	3910,00	4140,00

Таблица 4.20 – Относительные значения показателей качества тканей медицинского назначения

Показатели качества	Количество циклов изнашивания											
	1		5		10		20		30		50	
Образец 2.3	лаб. моделирование	опыт. носка	лаб. моделирование	опыт. носка	лаб. моделирование	опыт. носка	лаб. моделирование	опыт. носка	лаб. моделирование	опыт. носка	лаб. моделирование	опыт. носка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Антибактериальные свойства	1,00	1,00	1,00	1,00	0,36	0,36	0,26	0,26	0,26	0,26	0,01	0,01
Воздухопроницаемость	0,98	1,00	1,00	0,67	0,95	0,97	0,81	0,73	1,00	0,80	0,81	0,79
Гигроскопичность	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,98	0,91	0,90	0,75	0,73	0,63	0,68
Сырьевой состав	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Несминаемость	0,95	0,96	0,91	0,83	0,96	0,89	0,90	0,96	0,98	0,95	0,93	0,90
Усадка	1,00	1,00	0,73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Художественно - эстетическое оформление	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	0,98	0,94	0,95	0,77	0,71	0,71	0,65
Пиллингуемость	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Стойкость к истиранию	0,86	0,87	0,82	0,83	0,71	0,71	0,56	0,59	0,58	0,59	0,42	0,44

Окончание таблицы 4.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Образец 2.4												
Антибактери- альные свой- ства	1,00	1,00	1,00	1,00	0,36	0,36	0,26	0,26	0,26	0,26	0,01	0,01
Воздухопро- ницаемость	1,00	1,00	1,00	0,66	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Гигроскопич- ность	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,95	0,85	0,86	0,84	0,86	0,72	0,77
Сырьевой со- став	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Несминае- мость	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Усадка	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Художествен- но - эстетиче- ское оформле- ние	1,00	1,00	0,97	0,97	0,97	0,98	0,97	0,97	1,00	0,79	0,83	0,93
Пиллингуе- мость	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Стойкость к истиранию	0,88	0,91	0,88	0,90	0,76	0,77	0,68	0,67	0,68	0,67	0,60	0,64

В работе было предложено перевести фактические значения усадки в ранги (и показатель «усадка» и ранги – негативные ПК) и далее проводить расчет относительных ПК, используя ранги. Расстановка первичных рангов представлена в таблице 4.22.

Таблица 4.22 – Фактические значения усадки и перевод в первичные ранги при лабораторном моделировании и опытной носке

Вид изнашивания		Количество циклов изнашивания					
Образец 2.3		1	5	10	20	30	50
Лабораторное моделирование	факт, %	- 0,62	- 0,50	- 0,10	- 0,01	- 0,01	- 0,01
	ранги	4	3	2	1	1	1
Опытная носка	факт, %	- 0,85	- 0,10	- 0,10	- 0,01	- 0,01	- 0,01
	ранги	3	2	2	1	1	1
Образец 2.4							
Лабораторное моделирование	факт, %	- 0,40	- 0,25	- 0,10	- 0,01	- 0,01	- 0,01
	ранги	4	3	2	1	1	1
Опытная носка	факт, %	- 0,45	- 0,15	- 0,10	- 0,01	- 0,01	- 0,01
	ранги	4	3	2	1	1	1

По результатам исследования ОПК образцов 2.3 и 2.4 при лабораторном моделировании и опытной носки происходят следующие изменения. С увеличением числа циклов изнашивания в большинстве случаев происходит ухудшение физико-механических свойств исследуемых образцов тканей. Особенно резко ухудшаются антибактериальные свойства (к пятому циклу изнашивания в 2,7 раза для обоих образцов, к десятому циклу можно говорить об отсутствии антибактериальных свойств). Воздухопроницаемость для образца 2.3 вначале чуть увеличивается, затем уменьшается в 1,2-1,3 раза. Для образца 2.4 увеличивается в 1,1-1,3 раза. Гигроскопичность уменьшается для образца 2.3 в 1,5-1,6 раза, образца 2.4 – 1,3-1,4 раза. Несминаемость уменьшается незначительно: для образца 2.3 в 1,1 раза, для образца 2.4 в 1,2-1,3 раза. Усадка имеет максимальное значение после первого цикла воздействия, к 20-му циклу значения усадки составляют -0,01% для обоих образцов. Художественно-эстетическое оформление после первых циклов

изнашивания остается практически неизменным, ухудшение наступает к 30-му циклу, достигая к 50-му циклу значений 1,4-1,6 раз для образца 2.3 и 1,2-1,3 раза для образца 2.4. Стойкость к истиранию уменьшается в 2,3-2,4 и 1,6-1,8 раз соответственно для образцов 2.3 и 2.4.

Результаты значений средней арифметической комплексной оценки приведены в таблице 4.23.

Таблица 4.23 – Средняя арифметическая комплексная оценка образцов тканей по относительным ПК

Вид изнашивания	Количество циклов изнашивания					
	1	5	10	20	30	50
Образец ткани 2.3						
Лабораторное моделирование	0,902	0,917	0,813	0,796	0,754	0,708
Опытная носка	0,931	0,928	0,832	0,839	0,821	0,798
Образец ткани 2.4						
Лабораторное моделирование	0,921	0,937	0,827	0,819	0,738	0,704
Опытная носка	0,923	0,932	0,844	0,830	0,801	0,776

Анализ результатов расчета средней арифметической комплексной оценки образцов тканей 2.3 и 2.4 для лабораторного моделирования изнашивания и опытной носки в зависимости от количества циклов изнашивания установил следующее. Значения комплексной оценки к 5-му циклу изнашивания немного увеличиваются (в 1,01-1,02 раза). Такая тенденция характерна для образца 2.3 и для лабораторного изнашивания, и для опытной носки и для опытной носки образца 2.4. Это происходит вследствие незначительного увеличения воздухопроницаемости, гигроскопичности и уменьшения усадки, при сохранении неизменными значений ОПК тканей (антибактериальных свойств, художественно-эстетического оформления, пиллингуемости) или их очень незначительном уменьшении. Начиная с 10-го цикла изнашивания значения комплексных показателей качества тканей уменьшаются за счет ухудшения физико-механических свойств образцов, и в первую очередь существенного снижения антибактериальных свойств. К 50-му циклу изменения значений комплексных показателей качества в среднем составляют для образца 2.3 – 1,3 раза, для образца 2.4 – 1,2 раза.

Сравнение значений комплексных показателей качества образцов 2.3 и 2.4 говорит о более интенсивном ухудшении свойств у образца 2.3.

Графическое сравнение комплексных показателей качества лабораторного изнашивания и опытных носок образцов 2.3 и 2.4 представлено на рисунках 4.1 и 4.2.

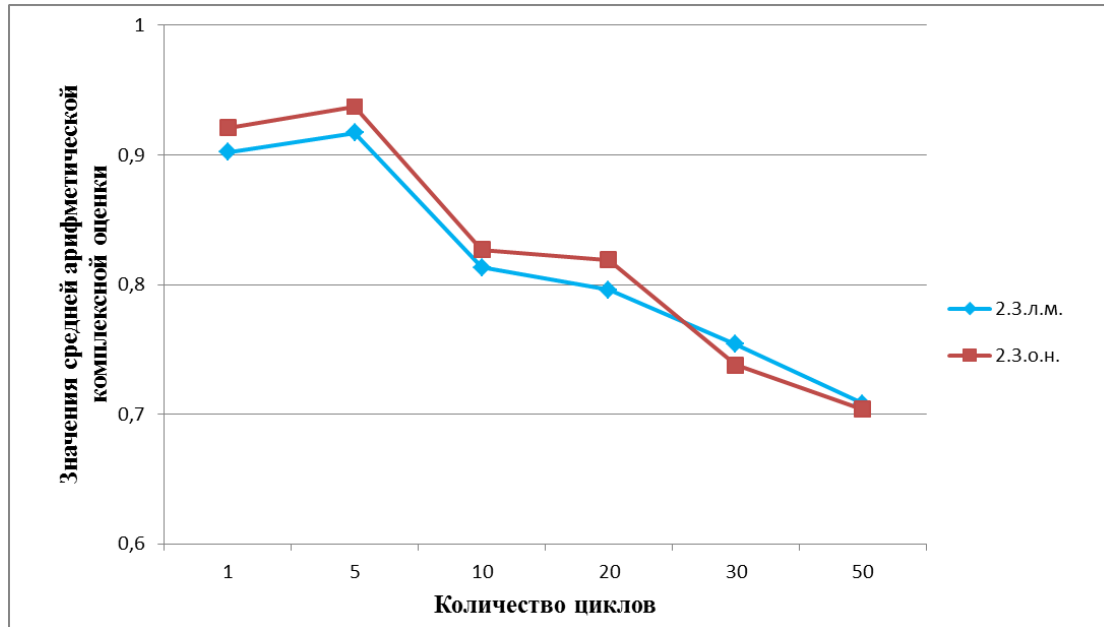


Рисунок 4.1 – Значения комплексных показателей качества тканей при лабораторном моделировании и опытной носки образца ткани 2.3

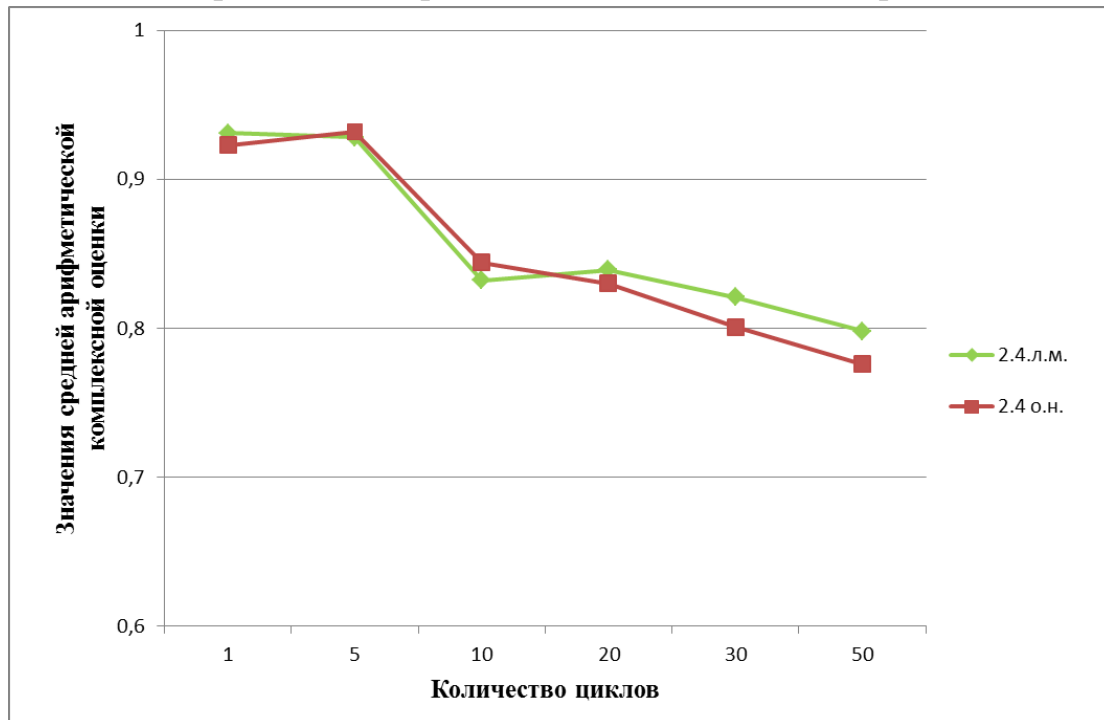


Рисунок 4.2 – Значения комплексных показателей качества тканей при лабораторном моделировании и опытной носки образца ткани 2.4

Для объективной оценки качества моделирования износа в лабораторных условиях необходимо установить взаимосвязь результатов лабораторного моделирования и опытной носки. В работе был проведен корреляционный анализ взаимосвязи между значениями средних арифметических комплексных оценок качества образцов тканей при лабораторном изнашивании и опытной носки. Оценка тесноты связи между значениями комплексных оценок, рассчитанных для лабораторной и опытной носки, проводилась по величине коэффициента парной корреляции r [84]:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4.8)$$

где $X_i, Y_i, X_i - \bar{X}, Y_i - \bar{Y}$ - значения комплексной оценки по относительным ПК для испытательных циклов,

$\bar{X}, \bar{Y}$ - средние значения.

Результаты расчета приведены в таблице 4.24 и таблице 4.25.

Таблица 4.24 – Расчет коэффициента парной корреляции для образца 2.3

	Комплексная оценка после испытательных циклов						
Образец 2.3	1	5	10	20	30	50	Σ
Лаборат. изнашивание (X_i)	0,902	0,917	0,813	0,796	0,754	0,708	4,890
Опытная носка (Y_i)	0,921	0,937	0,827	0,819	0,738	0,704	4,946
$X_i - \bar{X}$	0,087	0,102	-0,002	-0,019	-0,061	-0,107	
$(X_i - \bar{X})^2$	0,0076	0,0104	0,000004	0,00036	0,0037	0,0114	0,0335
$Y_i - \bar{Y}$	0,097	0,113	0,003	-0,005	-0,086	-0,120	
$(Y_i - \bar{Y})^2$	0,0094	0,0128	0,000009	0,000025	0,0074	0,0144	0,0440
$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$	0,0084	0,0115	0,000006	0,0001	0,0052	0,0128	0,0382

Таблица 4.25 – Расчет коэффициента парной корреляции для образца 2.4

Образец 2.4	Комплексная оценка после испытательных циклов						
	1	5	10	20	30	50	Σ
Лаборат. изнашивание (X_i)	0,931	0,928	0,832	0,839	0,821	0,798	5,149
Опытная носка (Y_i)	0,923	0,932	0,844	0,830	0,801	0,776	5,106
$X_i - \bar{X}$	0,073	0,070	-0,026	-0,019	-0,037	-0,060	
$(X_i - \bar{X})^2$	0,0053	0,0049	0,00068	0,00036	0,0014	0,0036	0,0162
$Y_i - \bar{Y}$	0,072	0,081	-0,007	-0,021	-0,050	-0,075	
$(Y_i - \bar{Y})^2$	0,0052	0,0066	0,00005	0,0004	0,0025	0,0056	0,0204
$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$	0,0052	0,0057	0,0002	0,0004	0,0018	0,0045	0,0178

Значение коэффициента парной корреляции для образца 2.3:

$$r = \frac{0,0382}{\sqrt{0,0335 \cdot 0,0440}} = 0,994$$

Значение коэффициента парной корреляции для образца 2.4:

$$r = \frac{0,0178}{\sqrt{0,0162 \cdot 0,0204}} = 0,982$$

Ошибку коэффициента корреляции рассчитывали по следующей формуле [84]:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad (4.9)$$

где r – коэффициент корреляции;

n – число испытаний.

Для образца 2.3 ошибка корреляции составила $r=0,005$, для образца 2.4 $r=0,014$.

В работе установлено, что связь между значениями комплексных оценок, рассчитанных для лабораторного моделирования и опытной носки, очень сильная, т.к. значения коэффициентов корреляции находятся в пределах от 0,9 до 1: для образца 2.3 $r=0,994$, для образца 2.4 $r=0,926$ (при ошибке 0,005 и 0,014 соответственно).

В работе была просчитана взаимосвязь между значениями ОПК образцов тканей при лабораторном изнашивании и опытной носке. Данные представлены в таблице 4.26.

Таблица 4.26 – Значения коэффициентов парной корреляции для ОПК при лабораторном моделировании и опытной носке

ОПК	Значения коэффициентов парной корреляции	
	Обр. 2.3	Обр. 2.4
Антибактериальные свойства	1,00	1,00
Воздухопроницаемость	0,893	0,365
Сырьевой состав	1,00	1,00
Гигроскопичность	0,981	0,991
Несминаемость	0,224	0,963
Усадка	0,789	0,764
Художественно - эстетическое оформление	0,993	0,984
Пиллингуемость	1,00	1,00
Стойкость к истиранию	0,992	0,977

Связь между значениями отдельных показателей качества, рассчитанных для лабораторного моделирования и опытной носки, также очень сильная, значения коэффициентов корреляции находятся в диапазоне 0,764-0,993. Исключение составляют значения по воздухопроницаемости для образца 2.4 и по несминаемости для образца 2.3.

Следовательно, предлагаемая методика лабораторного моделирования изнашивания может полностью заменить дорогостоящую, трудоемкую и длительную опытную носку, а также может быть использована в дальнейшем для моделирования опытной носки в лабораторных условиях.

Основные результаты диссертационной работы внедрены в рабочий процесс организации ООО «ДРАГОНВЭЙВ» (Приложение Д), а также в учебный процесс РГУ им. А.Н. Косыгина (Приложение Е).

4.4. Обсуждения и выводы

Комплексная оценка – заключительный этап оценки качества тканей, который предполагает проведение следующих этапов работы: выбор номенклатуры определяющих показателей качества, нахождение значений коэффициентов весомости или значимости показателей, определение числовых значений этих показателей, выбор базовых показателей, перевод размерных показателей качества в безразмерные, выбор метода вычисления комплексной оценки качества.

Комплексная оценка качества тканей медицинского назначения подсчитывалась по установленным в результате экспертного опроса ОПК, с использованием фактических числовых значений этих показателей.

Комплексный метод оценки качества основывается на использовании одного обобщенного показателя, в котором объединен комплекс показателей, выбранных для оценки качества продукции. Для этого определяющие показатели качества переводят в безразмерные и с учетом их коэффициентов весомости вычисляют комплексный показатель. Пересчет размерных показателей качества в безразмерные может осуществляться с помощью рангов, баллов, относительных показателей качества и показателей желательности.

При нахождении комплексных оценок были использованы следующие комплексные оценки: средняя арифметическая, средняя геометрическая и средняя гармоническая.

Исследование комплексных оценок тканей медицинского назначения показало, что предпочтительна средняя арифметическая комплексная оценка качества. Сравнительный анализ средних арифметических комплексных оценок тканей медицинского назначения, подсчитанных с использованием относительных ПК, непрерывных рангов, непрерывных баллов и функции желательности был проведен с использованием корреляционного анализа. На основании значений парной корреляции в работе было рекомендовано проводить комплексную оценку качества тканей медицинского назначения для одежды сотрудников поликлиник с использованием средней арифметической комплексной оценки по относительным пока-

зателям качества. Данная оценка дает более точное представление и является более удобной.

В работе была разработана методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения. Для проведения лабораторного моделирования изнашивания был использован цикл изнашивания изделий медицинского назначения: «истирание – стирка – глажение». В цикл вошли основные факторы износа медицинской одежды при эксплуатации.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы тканей 2.3 и 2.4.

Образец 2.3 признан лучшим по результатам исследований и комплексной оценки качества. Образец 2.4 также отмечен в числе лучших. Кроме того, для испытания была отобрана медицинская одежда, предпочтение которой отдали медицинские сотрудниками (образцы тканей 2.3 и 2.4).

В качестве критериев износостойкости тканей медицинского назначения было выбрано ухудшение свойств образцов по определяющим показателям качества: антибактериальные свойства, воздухопроницаемость, сырьевой состав, гигроскопичность, несминаемость, усадка, художественно-эстетическое оформление, пиллингуемость, стойкость к истиранию.

В качестве контрольных точек при лабораторных исследованиях были выбраны 1, 5, 10, 20 и 50 циклы воздействия, после которых проводилось исследование образцов по определяющим ПК.

Для проведения опытной носки были привлечены медицинские сотрудники районной поликлиники. Все участники были ознакомлены с правилами эксплуатации изделий. Сотрудники поликлиник носили медицинские халаты в течение одного года, при этом работники стирали халаты 1 раз в неделю.

Исследуемые образцы изделий изымались для определения численных значений определяющих ПК после 1, 5, 10, 20 и 50 недель эксплуатации медицинской одежды.

Итоговой целью проведения испытаний был сравнительный анализ результатов лабораторного моделирования изнашивания со значениями, полученными при опытной носке.

В качестве критерия сравнительной оценки результатов лабораторного изнашивания и опытной носки был выбран комплексный метод оценки качества по средней арифметической комплексной оценке по относительным показателям качества.

По результатам исследования ОПК образцов 2.3 и 2.4 при лабораторном моделировании и опытной носке происходят следующие изменения. С увеличением числа циклов изнашивания в большинстве случаев происходит ухудшение физико-механических свойств исследуемых образцов тканей. Особенно резко ухудшаются антибактериальные свойства (к пятому циклу изнашивания в 2,7 раза для обоих образцов, к десятому циклу можно говорить об отсутствии антибактериальных свойств). Воздухопроницаемость для образца 2.3 вначале чуть увеличивается, затем уменьшается в 1,2-1,3 раза. Для образца 2.4 увеличивается в 1,1-1,3 раза. Гигроскопичность уменьшается для образца 2.3 в 1,5-1,6 раза, образца 2.4 – 1,3-1,4 раза. Несминаемость уменьшается незначительно: для образца 2.3 в 1,1 раза, для образца 2.4 в 1,2-1,3 раза. Усадка имеет максимальное значение после первого цикла воздействия, к 20-му циклу значения усадки составляют -0,01% для обоих образцов. Художественно-эстетическое оформление после первых циклов изнашивания остается практически неизменным, ухудшение наступает к 30-му циклу, достигая к 50-му циклу значений 1,4-1,6 раз для образца 2.3 и 1,2-1,3 раза для образца 2.4. Стойкость к истиранию уменьшается в 2,3-2,4 и 1,6-1,8 раз соответственно для образцов 2.3 и 2.4.

Анализ результатов расчета средней арифметической комплексной оценки образцов тканей 2.3 и 2.4 для лабораторного моделирования изнашивания и опытной носки в зависимости от количества циклов изнашивания установил следующее. Значения комплексной оценки к 5-му циклу изнашивания немного увеличиваются (в 1,01-1,02 раза). Такая тенденция характерна для образца 2.3 и для лабораторного изнашивания, и для опытной носки и для опытной носки образца 2.4. Это происходит вследствие незначительного увеличения воздухопроницаемости, гигроскопичности и уменьшения усадки, при сохранении неизменными значений ОПК тканей (антибактериальных свойств, художественно-эстетического

оформления, пиллингуемости) или их очень незначительном уменьшении. Начиная с 10-го цикла изнашивания значения комплексных показателей качества тканей уменьшаются за счет ухудшения физико-механических свойств образцов, и в первую очередь существенного снижения антибактериальных свойств. К 50-му циклу изменения значений комплексных показателей качества в среднем составляют для образца 2.3 1,3 раза, для образца 2.4 – 1,2 раза.

Для объективной оценки качества моделирования износа в лабораторных условиях необходимо установить взаимосвязь результатов лабораторной и опытной носки. В работе был проведен корреляционный анализ взаимосвязи между значениями средних арифметических комплексных оценок качества образцов тканей при лабораторном изнашивании и опытной носки. Оценка тесноты связи между значениями комплексных оценок, рассчитанных для лабораторной и опытной носки, проводилась по величине коэффициента парной корреляции r . В работе установлено, что связь между значениями комплексных оценок, рассчитанных для лабораторной и опытной носки, очень сильная, т.к. значения коэффициентов корреляции: для образца 2.3 $r=0,994$, для образца 2.4 $r=0,926$ (при ошибке 0,005 и 0,014 соответственно). Следовательно, предлагаемая методика лабораторного изнашивания может полностью заменить дорогостоящую, трудоемкую и длительную опытную носку, а также может быть использована в дальнейшем для моделирования опытной носки в лабораторных условиях.

По результатам проведенных в данной главе исследований по комплексной оценке качества и прогнозированию изнашивания тканей медицинского назначения можно сделать следующие выводы:

- подсчитаны комплексные оценки качества тканей медицинского назначения по относительным показателям качества, рангам, баллам и функции желательности, при помощи которых нельзя однозначно выбрать лучший образец;
- разработана методика комплексной оценки качества тканей медицинского назначения по средней арифметической комплексной оценке по относительным показателям качества;

— разработаны методики подсчета итогового значения для показателей качества, имеющих два численных значения, и определения относительных показателей качества, имеющих нулевые численные значения;

— разработана методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения, которая включает цикл изнашивания: «истирание-стирка-глажение» и позволяет заменить дорогостоящую, трудоемкую и длительную опытную носку;

— установлена сильная взаимосвязь между результатами испытаний по разработанной методике лабораторного моделирования и по опытной носке тканей медицинского назначения.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ

1. Установлено, что: основным фактором износа тканей медицинского назначения, является износ от истирания (40%); необходимость смены медицинской одежды в подавляющем большинстве случаев возникает от полугода (26%) до одного года (43%); периодичность стирки медицинской одежды у большинства медицинских работников происходит 1 раз в неделю (62%).

2. Определены наиболее значимые показатели качества тканей медицинского назначения для халатов сотрудников поликлиник на базе системного анализа с применением метода причинно-следственной схемы Исикава.

3. Установлена номенклатура определяющих показателей качества для халатов сотрудников поликлиник и рассчитаны коэффициенты их весомостей: антибактериальные свойства (0,142), воздухопроницаемость (0,134), сырьевой состав (0,118), гигроскопичность (0,115), несминаемость (0,115), усадка (0,101), художественно-эстетическое оформление (0,096), пиллингуемость (0,092), стойкость к истиранию (0,087).

4. Доказана высокая антимикробная активность тканей производства «Вологодский льнокомбинат» и «Чайковский текстиль», которые имели специальную антибактериальную обработку по результатам исследования на штаммы золотистого стафилококка и синегнойной палочки.

5. Разработаны математические модели зависимостей кинетики изнашивания тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник, от основных факторов износа.

6. Установлено, что для большинства рассматриваемых тканей ухудшение эксплуатационных характеристик наблюдается от 1,5 до 2 лет. Наилучшими результатами обладают ткани производства «Чайковский текстиль».

7. Разработана методика комплексной оценки качества тканей медицинского назначения по средней арифметической комплексной оценке по относительным показателям качества.

8. Разработаны методики подсчета итогового значения для показателей качества, имеющих два численных значения, и определения относительных показателей качества, имеющих нулевые численные значения;

9. Разработана методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения, которая включает цикл изнашивания: «истирание-стирка-глажение» и позволяет заменить дорогостоящую, трудоемкую и длительную опытную носку.

10. Установлена сильная взаимосвязь между результатами испытаний по разработанной методике лабораторного моделирования и по опытной носке тканей медицинского назначения.

11. Разработан и зарегистрирован стандарт организации, распространяющийся на ткани для пошива медицинских халатов для сотрудников поликлиник.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация гарантированного производства и потребления полимерной (полиэфирной (пэтф)) продукции текстильного назначения [Электронный ресурс]. // Департамент экономического развития и торговли Ивановской области. – 2012. – Режим доступа: http://www.invest-ivanovo.ru/data/pr_04.pdf.
2. Плеханова, С. В. Анализ ассортимента и исследование свойств тканей медицинского назначения / С. В. Плеханова, О. Г. Зиновкина, Н. А. Виноградова // 65-я Внутривузовская научная студенческая конференция «Молодые ученые – XXI веку». – Кострома, КГТУ, 2013.
3. Виноградова, Н. А. Анализ ассортимента тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова, Ш. А. Намажап // 67-я Межвузовская научно-техническая конференция «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству». – Кострома, КГТУ, 2015. – С. 52.
4. Каталог продукции ТД ООО Айрин, ткани Кэррингтон [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.tdairin.ru/tkani/>.
5. Каталог продукции Текстайм ткани Сатори [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http://www.textime.ru/upload/flyer/Satory_230714.pdf.
6. Каталог продукции Балтекс, Т/С Южная Корея [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.balt-tex.ru/catalog/177/>.
7. Каталог продукции ООО Чайковский текстиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.textile.ru/production/spec/med>.
8. Шустов, Ю. С. Текстильные материалы технического и специального назначения: Монография / Ю. С. Шустов, А. В. Курденкова, С. В. Плеханова // ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А. Н. Косыгина». – 2012. – С. 97.
9. Виноградова, Н. А. Анализ потребительских предпочтений на рынке одежды медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова, Ю. С. Шустов // Дизайн и технологии. – Москва, МГУДТ, 2014. – №41 (83) – С. 43-48.
10. Виноградова, Н. А. Исследование потребительских свойств льняных тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Актуальные вопросы товароведения и безопасности товаров: материалы международной

научно-практической конференции – Коломна, Моск. гос. областной социально-гуманитарный институт, 2013.

11. Плеханова, С. В. Исследование потребительских предпочтений относительно медицинской одежды для работников поликлиник / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова, Ю. С. Шустов // Сборник научных трудов. Посвящается 70-летию кафедры текстильного материаловедения и ТЭ – М: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014. – С. 88-92.

12. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2010 N 58 (ред. от 10.06.2016) Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» [Электронный ресурс]. // . – 2010. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104071/.

13. ТР ТС 017/2011 О безопасности продукции легкой промышленности.

14. ТР ТС 007/2011 О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков.

15. ТР ТС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты.

16. Разуваев, А.В. Экологичность и безопасность биоцидной отделки текстильных материалов в соответствии с требованиями стандарта «ЭКО-ТЕКС 100» / А. В. Разуваев // Текстильная промышленность. – 2011. – № 4 – С. 15-19.

17. Мурашова, А. ЭКО-ТЕКС – гарантия безопасности и забота о здоровье / А. Мурашова // Журнал Текстайм. – 2011. – №1 (21) – С. 4.

18. ГОСТ 24760 Халаты медицинские женские. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1995.

19. ГОСТ 25194 Халаты медицинские мужские. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2006.

20. ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2006.

21. ГОСТ 11518-88 Ткани сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.

22. Виноградова, Н. А. Особенности подтверждения соответствия тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК-2013). – Иваново, 2013. – С.129-130.

23. Государственная программа города Москвы 2012–2016 гг. «Развитие здравоохранения города Москвы (Столичное здравоохранение)». – М., 2012.

24. ГБУЗ «Городская поликлиника № 8 ДЗМ» Филиал №1. Отчет за 2017 год. – Москва, 2017.

25. Онищенко, Г. Г. Письмо Роспотребнадзора № 01/5272-12-32 от 11.05.2012 «О мерах по недопущению возникновения вспышек внутрибольничных инфекций». – М., 2012.

26. Астафуров, В. Н. Руководство по уходу за больным и общей хирургии : электрон. учеб. [Электронный ресурс] / В. Н. Астафуров. – Режим доступа: <http://www.surgerymanual.front.ru>.

27. Донецкая, Э. Г.-А. Клиническая микробиология: руководство для специалистов клинической лабораторной диагностики / Э. Г.-А. Донецкая. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – С. 469.

28. Зефирова, Н. С. Химическая энциклопедия: в 5 т. / Н. С. Зефирова — М.: Советская энциклопедия, 1995. – Т. 4. – С. 323.

29. Олтаржевская, Н.Д. Новые способы получения лечебных текстильных материалов. / Н.Д. Олтаржевская //Трикотажная и текстильно-галантерейная промышленность. – М.: ЦНИИТЭ Илегпром, 1992. – № 1. – С. 7.

30. Уварова, О. Бактериостатические ткани. / О. Уварова // Российский деловой журнал БиК. – 2006. – № 6.

31. Хазанов, Г. И. Зависимость антимикробной активности текстильных материалов от характера распределения препаратов на волокне / Г.И. Хазанов // Текстильная промышленность. – 2000. – № 1. – С. 29-30.

32. Разуваев, А. В. Биоцидная защита текстильных материалов для профессиональной одежды/ А.В. Разуваев// Технический текстиль. – 2009. – № 19.

33. Методические указания по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты. – М., ВНИИДиС, 1984.
34. Антибактериальные ткани с отделкой AntiBacterial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.textile.ru/industry/technology/sanitized>.
35. Swiss quality for antimicrobial hygiene function [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sanitized.com/en/c/about-us.html>.
36. Разуваев, А. В. Связь с волокном и механизм действия немигрирующего биоцидного препарата, находящегося на текстильном материале [Электронный ресурс] / А.В. Разуваев // Издание, посвященное вопросам нано-индустрии. – 2009. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2009/svyaz-s-voloknom-mekhanizm-deistviya-nemigriruyushchikh-biotsidnykh-preparatov-nakhody>.
37. Барбинов, В. В. Исследование антимикробных свойств биоцидного препарата «Санитайзед-Т 99-19» в профилактике внутрибольничных инфекций/ В. В. Барбинов, А. М. Иванов, Р. А. Раводин, О. В. Попова // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2009, №1 (25), прилож., ч.1.- С.256.
38. Яблонька, И. Ткани, убивающие микробов [Электронный ресурс] / И. Яблонька // Великая эпоха. – Израиль, 2011. – Режим доступа: <http://www.epochtimes.ru/content/view/46212/5/>.
39. Kimiran Erdem, A. The Evaluation of Antibacterial Activity of Fabrics Impregnated with Dimethyltetradecyl (3-(Trimethoxysilyl) Propyl) Ammonium Chloride/ Kimiran Erdem, A., Sanli Yurudu, N. O. // IUFS Journal of Biology. – 2008, № 67 (2). – P. 115-122.
40. Cen, L. Antibacterial activity of cloth functionalized with Nalkylated poly (4-vinylpyridine)/ Cen, L., Neoh, K.G., Kang, E.T. // Wiley Periodicals, Inc. Journal of Biomedial Materials Research. – 2004, № 71(A). – P. 70–80.
41. AATCC Test Method 100-2004 Antibacterial finishes on textile materials: Assessment of. AATCC Technical Manual, American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park, NC, 2005.

42. Gouda, M. Enhancing flame-resistance and antibacterial properties of cotton fabric/ M. Gouda// Journal of Industrial Textiles. – 2006. – 36(2). – P. 167–177.
43. Локацкая, Л. Наночастицы серебра: убивают и спасают [Электронный ресурс] / Л. Локацкая // Электронный журнал Hi+Med. – 2011. – Режим доступа:http://himedtech.ru/articles/?SECTION_ID=143&ELEMENT_ID=308.
44. Баранова, О. Н. Разработка метода придания антисептических свойств целлюлозным текстильным полотнам бельевого ассортимента и оценка их качества: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Баранова Ольга Николаевна. – М., 2012. – С.71-72.
45. Кирюхин, С. М. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов. Часть 1. / С. М. Кирюхин, С. В. Плеханова, Е. Б. Демократова. // – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2017. – С. 22, 74-76.
46. Соловьев, А. Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов / А. Н. Соловьев, С. М. Кирюхин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 7-10, 23-24, 34.
47. Плеханова, С. В. Товароведение продукции текстильной промышленности. Конспект лекций./ С. В. Плеханова, А. В. Курденкова // – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2018. – С. 104-105.
48. ГОСТ 4.3 Система показателей качества продукции. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные и смешанные бытового назначения. Номенклатура показателей. – М.: Издательство стандартов, 1979.
49. ГОСТ 4.51 Система показателей качества продукции. Ткани и штучные изделия бытового назначения из химических волокон. Номенклатура показателей. – М.: Издательство стандартов, 1987.
50. Разуваева, С. В. Разработка метода комплексной оценки и исследование показателей качества тканей для специальной одежды спасателей МЧС: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Разуваева Светлана Владимировна. – М., 1999. – С. 195.

51. Ломакина, И. А. Развитие методов количественной оценки качества тканей: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Ломакина Ирина Анатольевна. – Иваново, 2008. – С. 191.

52. Мавряшин, А. А. Разработка метода сравнительной оценки качества и надежности плащевых тканей: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Мавряшин Алексей Александрович. – М., 2013. – С. 160.

53. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение. Ч. 3 / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков; под общ. ред. проф. Г. Н. Кукина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Легкая индустрия, 1992. – С. 154-155, 212-213, 145.

54. Симоненко, Д. Ф. Лабораторная оценка носкости материалов для одежды / Д. Ф. Симоненко. – М.: «Легкая индустрия», 1978. – С. 5.

55. Кирюхин, С. М. Текстильное материаловедение / С. М. Кирюхин, Ю. С. Шустов. – М.: КолосС, 2011. – С. 227.

56. Курденкова, А. В. Разработка методов прогнозирования физико-механических свойств хлопчатобумажных тканей после действия светопогоды: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Курденкова Алла Вячеславовна. – М., 2006. – С. 254.

57. Бочкарева, Е. В. Разработка методов прогнозирования физико-механических свойств тканей ведомственного назначения после действия светопогоды: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Бочкарева Екатерина Викторовна. – М., 2007. – С. 157.

58. Федосеева, О. Ю. Разработка нового типа комплексного текстильного материала и экспрессного метода оценки его износостойкости: На примере обивочного материала автомобильного назначения: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Федосеева Ольга Юрьевна. – М., 2000. – С. 183.

59. Гинтибидзе, Н. Г. Исследование изменения свойств плательных тканей в опытной и лабораторной носке / Н. Г. Гинтибидзе; под руководством проф. Р. Х. Садыковой // Исследование износостойкости и оценка качества текстильных материалов. 1 часть : сборник статей. – Львов : Изд-во Львовского торгово-экономического института, 1980. – С. 124.

60. Гущина, К. Г. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: справочник / К. Г. Гущина, С. А. Беляева, Е. Я. Командрикова, В. С. Федоровская, Н. Н. Юрченко, О. Н. Калина, Л. И. Кириллова, И. А. Колышкина, Р. И. Судницина, А. В. Никитин, В. И. Стельмашенко, Л. В. Зайцева и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 111-125.

61. Макарова, Н. А. Разработка и исследование нетканых полотен с антимикробными свойствами для изделий медицинского назначения: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.01/ Макарова Наталья Александровна. – М., 2005. – С. 159.

62. Кавардакова, В. Г. Разработка современных подходов к проектированию ассортимента одежды для медицинского персонала: дис. ...канд. техн. наук: 05.19.04/ Кавардакова Валентина Геннадьевна. – М., 2004. – С. 275.

63. Плеханова С. В. Показатели качества тканей для одежды работников медицинских учреждений / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации – 2014). Сборник материалов. Часть 1. – Москва, 2014. – С. 198-200.

64. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – С. 2.

65. Кирюхин, С. М. Анализ и использование статистических моделей при нормировании, оценке и исследовании показателей качества текстильных материалов : дис. ...докт. техн. наук. – М., 1977. – С.394.

66. Макарова, Т. А., Потапова, Л. Б. МТИ Текстильное материаловедение / Т. А. Макарова, Л. Б. Потапова. – М. : 1986. – С. 173.

67. Додонкин, Ю. В. Ассортимент, свойства и оценка качества тканей / Ю. В. Додонкин, С. М. Кирюхин. – М. : «Легкая индустрия», 1979. – С. 53-54, 173-186.

68. Соловьев, А. Н. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов / А. Н. Соловьев, С. М. Кирюхин. – М. : Изд-во «Легкая индустрия», 1974. – С. 248.

69. Исикава, К. Японские методы управления качеством / К. Исикава; под ред. проф. А.В. Гличева. – М.: Экономика, 1988. – 214 с.

70. Ishikawa, K. Guide to quality control / K. Ishikawa . – Tokyo : Asian productivity organization, 1976.
71. Ishikawa, K. What is total quality control? The Japanese way / K. Ishikawa // Prentice hall. – 1985.
72. Азгальдов, Г. Г. О квалитетии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М. : Издательство стандартов, 1973. – С. 171.
73. Варковецкий, М. М. Количественные измерения качества продукции в текстильной промышленности / М. М. Варковецкий. – М. : «Легкая индустрия», 1976. – С. 104.
74. Азгальдов, Г. Г. Комплексная оценка качества продукции / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман; под ред. проф. А. В. Гличева. – М. : Издательство стандартов, 1971. – С. 46-68.
75. Методические указания по применению экспертных методов для оценки качества товаров легкой промышленности. – М. : Издательство стандартов, 1976. – С. 87.
76. Федюкин, В. К. Управление качеством процессов / В. К. Федюкин. – Спб. – 2005. – С. 202.
77. Виноградова, Н. А. Выбор определяющих показателей качества тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – Иваново, 2016. – №1 – С. 33-35.
78. Плеханова, С. В. Ткани медицинского назначения с антимикробными свойствами / С. В. Плеханова, Ю. С. Шустов, Н. А. Виноградова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2013). Сборник материалов. Ч. 1. – Иваново, 2013. – С. 355.
79. Байцов, В. В. Современные задачи обеспечения качества продукции и квалитетия. Измерение качества продукции. Вопросы квалитетии / В. В. Байцов; под ред. проф. А. В. Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1971. – С. 3-11.

80. Миркин, Б. Г. Проблема группового выбора / Б. Г. Миркин; под ред. А.В. Малишевского и А.А. Могилевского. – М.: Изд-во Наука, 1974. – С. 159-163.

81. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Изд-во Статистика, 1980. – С. 82-100.

82. Плеханова, С. В. Выбор номенклатуры показателей качества тканей медицинского назначения экспертным методом / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова // Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности». – Витебск, 2014. – С. 456-457.

83. Шустов, Ю. С. Экспертиза качества тканей медицинского назначения / Ю. С. Шустов, Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Известия высших учебных заведений. – Иваново, 2013. – № 5. – С. 23-25.

84. Стельмашенко, В. И. Методы и средства исследования в процессах оказания услуг. Практикум / В. И. Стельмашенко, Н. В. Воронцова, Т. Н. Шушунова. – М.: ИД «ФОРУМ» – ИНФРА-М, 2007. – С. 284.

85. Плеханова, С. В. Сравнительный анализ показателей физико-механических свойств тканей медицинского назначения / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова // Международная научно-техническая конференция «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности». – Витебск, 2013. – С. 128-129.

86. Шустов, Ю. С. Исследование свойств тканей медицинского назначения / Ю. С. Шустов, Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Международная научно-практическая конференция, посвященная 20-летию кафедры технологии и материаловедения швейного производства «Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика». – Кострома, КГТУ, 2013. – С. 11-14.

87. Виноградова, Н. А. Исследование свойств тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, О. Г. Зиновкина, С. В. Плеханова // 66-я Межвузовская научно-техническая конференция «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству». – Кострома, КГТУ, 2014. – С. 33-34.

88. Шустов, Ю. С. Анализ показателей физико-механических свойств тканей медицинского назначения / Ю. С. Шустов, Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова // Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий для экономики региона (Лен-2014)». – Кострома. КГТУ, 2014. – С. 89-90.

89. Плеханова, С. В. Показатели качества тканей для одежды работников медицинских учреждений / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации- 2014), – М., МГУДТ, 2014. – С. 198-200.

90. Орленко, Л. В. Конфекционирование материалов для одежды: Учебное пособие / Л. В. Орленко, Н. И. Гаврилова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – С. 31-33.

91. МУ № 28-6/32 Методические указания по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты. – М., 1984.

92. ОФС 42-0068-07 Определение антимикробной активности антибиотиков методом диффузии в агар. – М., 2007.

93. Шустов, Ю. С. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум: учеб. пособие / Ю. С. Шустов, С. М. Кирюхин, А. Ф. Давыдов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2016. – С. 262, 268, 297-298.

94. ГОСТ 12088 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003.

95. ГОСТ 3816 Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

96. ГОСТ 19204 Полотна текстильные. Метод определения несминаемости. – М.: Издательство стандартов, 1985.

97. ГОСТ 30157.0-95 Полотна текстильные. Методы определения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения. – Минск:

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995.

98. ГОСТ 30157.1-95 Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995.

99. Кирюхин, С. М. Применение экспертных методов при оценке качества текстильных материалов: Учебное пособие. / С. М. Кирюхин, С. В. Плеханова, В. А. Анфалова – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С. 58-64.

100. ГОСТ 14326 Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

101. ГОСТ 18976 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. – М.: Издательство стандартов, 1985.

102. Плеханова, С. В. Исследование кинетики изнашивания льняных тканей медицинского назначения / С. В. Плеханова, Н. А. Виноградова // Сборник статей научно-практической конференции «Применение новых текстильных и композитных материалов в техническом текстиле». – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. С. 178-180.

103. Садыкова, Ф. Х. Оценка качества текстильных изделий по стандартам. Текстильное материаловедение и основы текстильного производства. Учебное пособие для студентов. / Ф. Х. Садыкова. – М.: Легкая индустрия, 1967. С. 320-328.

104. Чайковская, А. Е. Комплексная оценка качества текстильных материалов. / А. Е. Чайковская, Л. В. Полищук, И. С. Галык и др. – Киев, 1989.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец анкеты, заполняемой медицинским работником.

Анкета

Уважаемые господа!

Просим Вас заполнить предложенную анкету. Ваши ответы помогут нам выявить ваши предпочтения при выборе одежды медицинского назначения.

1. Место вашей работы

2. Занимаемая должность и специализация

3. Ваш возраст

- ☐ 18 - 29 ☐ 30 - 44 ☐ 45 – 55
☐ старше 55

4. Ваш пол

- ☐ мужской ☐ женский

5. Покупаете ли Вы одежду медицинского назначения самостоятельно или получаете на работе?

- ☐ самостоятельно
☐ получаю на работе

6. Как часто у Вас происходит смена одежды медицинского назначения?

- ☐ 1 раз в 3 месяца
☐ 1 раз в 6 месяцев
☐ 1 раз в год
☐ 1 раз в 1,5 года
☐ 1 раз в 2 года
☐ 1 раз в 3 года
☐ реже

7. Какова причина смены одежды?

- ☐ ухудшение внешнего вида
☐ изменение окраски
☐ износ от истирания
☐ другое _____

8. Основные места покупок

- ☐ специализированные магазины
☐ интернет
☐ рынки
☐ другое _____

9. Предпочтения по стране - производителю

- ☐ Россия
☐ Белоруссия
☐ Китай
☐ Турция
☐ другие страны _____
☐ не имеет значения

10. Предпочтения по сырьевому составу одежды	☐ хлопок ☐ лен ☐ смесовые ткани (хлопок + хим. волокна) ☐ вискозные волокна ☐ синтетические волокна ☐ не имеет значения
11. Какие показатели являются определяющими при выборе одежды медицинского назначения (укажите несколько позиций)	☐ внешний вид ☐ цена ☐ цвет ☐ туше (ощущение на ощупь) ☐ качество материала ☐ страна – производитель ☐ состав ☐ качество пошива ☐ другое
12. Периодичность стирки	☐ чаще ☐ 1 раз в неделю ☐ 1 раз в 2 недели ☐ 1 раз в 3 недели ☐ 1 раз в месяц ☐ реже ☐ другое _____

Ваши пожелания по качеству материала для одежды медицинского назначения:
 Срок службы должен быть не менее _____

Сырьевой состав материала	☐ хлопок ☐ лен ☐ смесовые ткани ☐ вискозные волокна ☐ синтетические волокна ☐ не имеет значения
Материал должен обладать антибактериальными свойствами	☐ да ☐ нет
Материал должен иметь хорошую воздухопроницаемость	☐ да ☐ нет
Материал должен обладать высокой стойкостью к истиранию	☐ да ☐ нет
Материал должен сохранять надлежащий внешний вид	☐ да ☐ нет
Материал должен обладать хорошей устойчивостью окраски к различного рода воздействиям	☐ да ☐ нет
Материал не должен мяться	☐ да ☐ нет

Материал должен хорошо отстирываться	☐ да
	☐ нет
Материал должен хорошо отглаживаться	☐ да
	☐ нет

Спасибо за ваши ответы!

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец анкеты, заполняемой экспертами и медицинскими сотрудниками:

Уважаемый эксперт!

Просим Вас принять участие в работе по оценке значимости показателей качества исследуемых тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник.

Необходимо заполнить прилагаемую таблицу, определив значимость отдельных показателей. Наиболее значимый показатель должен быть отмечен рангом 1, наименее значимый – рангом $R = n$, где n – число показателей. В случае необходимости, допускается присвоение одинакового ранга нескольким показателям. Также разрешается внесение дополнительных показателей качества с обозначением соответствующим рангом. К отдельным показателям можно дать краткое примечание. Напротив показателей, которые, как вы считаете, не должны участвовать в оценке качества исследуемых тканей, поставьте прочерк.

Огромная благодарность за помощь в работе!

Анкета №

Ф.И.О. эксперта _____

Место работы _____

Должность _____

Стаж работы в данной области _____

Показатели качества	Эксперты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ранг R							
Линейная плотность пряжи (X_1)								
Плотность ткани (число нитей на 100 мм) (X_2)								
Вид переплетения (X_3)								
Поверхностная плотность ткани (X_4)								
Сырьевой состав (X_5)								
Разрывная нагрузка (X_6)								
Несминаемость (X_7)								
Стойкость к истиранию (X_8)								
Пиллингуемость (X_9)								
Гигроскопичность (X_{10})								
Воздухопроницаемость (X_{11})								
Устойчивость окраски к различного рода воздействиям (X_{12})								
Антибактериальные свойства (X_{13})								
Усадка после стирки (X_{14})								
Соответствие художественно-эстетического оформления современному направлению моды (X_{15})								
Степень белизны (X_{16})								

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Общество с ограниченной ответственностью «ДРАГОНВЭЙВ»
ООО «ДРАГОНВЭЙВ»



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
А. И. Садыков

СТО 15566345-001-2019
СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ТКАНИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫЕ, СМЕШАННЫЕ И ИЗ
ХИМИЧЕСКОЙ ПРЯЖИ С ВЛОЖЕНИЕМ ХЛОПКОВЫХ
ВОЛОКОН ДЛЯ ПОШИВА МЕДИЦИНСКИХ ХАЛАТОВ ДЛЯ
СОТРУДНИКОВ ПОЛИКЛИНИК**

cotton, mixed and chemical fabrics for sewing medical dresses for employees of
polyclinics

Дата введения – 18-04-2019

г. Москва
2019 г.



1.Область применения

Настоящий стандарт организации (далее стандарт) распространяется на ткани хлопчатобумажные, смешанные и из химической пряжи с вложением хлопковых волокон, предназначенные для пошива медицинских халатов для сотрудников поликлиник.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15.007-88 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция легкой промышленности. Основные положения

ГОСТ 161-86 Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности

ГОСТ 3811-72 Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей

ГОСТ 3812-72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотностей нитей и пучков ворса

ГОСТ 3813-72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении

ГОСТ 3816-81 Плотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств

ГОСТ 6904-83 Пряжа хлопчатобумажная суровая крученая для ткацкого производства. Технические условия

ГОСТ 7000-80 Материалы текстильные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

ГОСТ 8737-77 Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные, из химических волокон и смешанные. Первичная упаковка и маркировка

ГОСТ 9733.0-83 Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям

ГОСТ 9733.1-91 Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к свету

ГОСТ 9733.3-83 Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к свету в условиях искусственного освещения (ксеноновая лампа)

ГОСТ 9733.4-83 Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к стиркам

ГОСТ 9733.6-83 Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окрасок к поту

ГОСТ 9733.7-83 Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к глажению

ГОСТ 9733.13-83 Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к органическим растворителям

ГОСТ 9733.27-83 Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению

ГОСТ 11518-88 Ткани сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи. Общие технические условия

ГОСТ 12088-77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости

ГОСТ 14067-91 Материалы текстильные. Метод определения величины перекося

ГОСТ 16537-83 Пряжа хлопчатобумажная аппаратного прядения. Технические условия

ГОСТ 16958-71 Изделия текстильные. Символы по уходу

ГОСТ 18054-72 Материалы текстильные. Метод определения белизны

ГОСТ 18976-73 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию

ГОСТ 19616-74 Ткани и трикотажные изделия. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления

ГОСТ 20566-75 Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб

ГОСТ 24760-81 Халаты медицинские женские. Технические условия

ГОСТ 25194-82 Халаты медицинские мужские. Технические условия

ГОСТ 25506-82 Полотна текстильные. Термины и определения пороков

ГОСТ 25617-83 Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний

ГОСТ 25652-83 Материалы для одежды. Общие требования к способам ухода

ГОСТ 28253-89 Ткани шелковые и полушелковые плательные и плательно-костюмные. Общие технические условия

ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 30084-93 Материалы текстильные. Первичная обработка

ГОСТ 30157.0-95 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения

ГОСТ 30157.1-95 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок

ГОСТ 30386-95 Материалы текстильные. Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида

ГОСТ Р ИСО 1833-99 Материалы текстильные. Методы химического анализа двухкомпонентных смесей волокон

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие указанных выше ссылочных стандартов в информационной сети общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому этим органом информационному указателю стандартов, который опубликован по состоянию на 01 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, которые опубликованы в текущем году. Если ссылочный стандарт (изменен), то при пользовании настоящим стандартом организации следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте используются термины, определения понятий к которым установлены в ГОСТ 29298-2005 и ГОСТ 17037.

3.2 **Ткань хлопчатобумажная:** Ткань содержит 100% хлопкового волокна.

3.3 **Ткань смешанная:** Ткань содержит хлопковое волокно и не более 50% химических волокон и нитей.

3.4 **Ткань меланжевая:** Ткань, вырабатываемая из пряжи, изготовленной из волокон, окрашенных в различные цвета.

3.5 **Ткань мерсеризованная:** Ткань хлопчатобумажная и смешанная, обработанная раствором высокой концентрации едкого натра, обладает рядом

ценных свойств: гладкой поверхностью, блеском, лучшей окрашиваемостью и меньшей усадкой.

3.6 Халат: швейная или трикотажная плечевая одежда, покрывающая туловище и ноги частично или полностью, с разрезом или застежкой от верха до низа.

4 Технические требования

4.1 Технические требования к материалам

4.1.1 Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из химических нитей, предназначенные для пошива медицинских халатов, должны вырабатываться из хлопчатобумажной, смешанной пряжи и химических нитей по ГОСТ 6904, ГОСТ 9470, ГОСТ 16537 и другим нормативным документам.

4.1.2 Готовые ткани по художественно-эстетическим показателям должны соответствовать образцам-эталонам, утвержденным в соответствии с требованиями ГОСТ 15.007.

4.1.3 Нормы устойчивости окраски тканей, используемых при изготовлении медицинских халатов, к физико-химическим воздействиям: стирки, пота, глажения, трения, должна быть не ниже норм для групп крашения, представленных в ГОСТ 29298-2005 табл. 1.

4.1.4 Белизна отбеленных тканей – не менее 82 %.

4.1.5 Изменение размеров после мокрой обработки тканей указаны в таблице 1.

4.1.6 Пороки внешнего вида тканей определяют просмотром каждого куска ткани с лицевой стороны при отраженном или естественном свете на разбраковочном столе или машине. Размер порока определяют по длине ткани. Оценку распространенных пороков и отклонений по физико-механическим показателям суммируют без учета фактической длины куска и не пересчитывают на условную длину куска. Оценка порока относится ко всему куску. На куске условной длины должно производиться три измерения, на каждых последующих 10 м – одно измерение. Места измерений должны быть расположены равномерно по длине куска.

В хлопчатобумажных и смешанных тканях не допускаются следующие пороки: подплетины и отрыв основы; дыры, пробоины; пятна, щелчки и

затаски от печати более 2 см; полосы от разной линейной плотности и цвета утка более 10 см;

4.1.7 Физико-механические свойства используемых материалов должны соответствовать требованиям ГОСТ 11518, п.1.2.3; ГОСТ 29298-2005, п.4.2.11 табл. 4.

4.1.8 Нормы по физико-гигиеническим показателям тканей приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Изменение размеров после мокрой обработки тканей

Сырьевой состав	Изменение размеров после мокрой обработки, %, не более	
	по основе	по утку
<i>Хлопчатобумажные и смешанные:</i>		
- с малосминаемой отделкой, с отделкой "легкое глажение"	-2,0	±2,0
- с противоусадочной химической отделкой	-3,5	±2,0
- с малосмываемым аппретом на основе термореактивных смол	-3,0	-2,0; +1,5
<i>Ткани из химических нитей и смешанной пряжи</i>	±3,0	±2,0

Таблица 2 – Физико-гигиенические показатели тканей

Сырьевой состав	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, не менее	Гигроскопичность, %, при относительной влажности 98%, не менее	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	Содержание свободного формальдегида, мкг/г, не более
Ткани хлопчатобумажные	100	15,0	-	300
Ткани смешанные	100	12,0	10^{12}	300
Ткани из химических нитей	150	5,0	-	-

4.1.9 Ткани выпускают мерсеризованными и немерсеризованными.

4.1.10 Допускаемые отклонения поверхностной плотности, %:

для готовых тканей не менее минус 5.

Допускаемые отклонения числа нитей на 10 см для готовых тканей, %:

по основе – ± 2 ;

по утку – ± 3 .

4.1.11 Пиллингуемость для смешанных тканей и тканей из химических нитей должна быть не более 3 пиллей на 10 кв. см.

4.1.12 В техническом описании на конкретную заправку (артикул) готовой и суровой ткани должны устанавливаться следующие показатели: состав сырья, линейная плотность пряжи, число нитей на 10 см по основе и утку, поверхностная плотность, ширина ткани, разрывная нагрузка, изменение размеров после мокрой обработки готовой ткани, стойкость к истиранию по плоскости, вид отделки и переплетение.

4.1.13 Маркировка и упаковка изделий должна быть в соответствии с требованиями ГОСТ 7000 «Материалы текстильные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение». Дополнительные требования к маркировке изделий должны быть установлены в договоре (контракте).

4.1.14 Способы ухода за готовыми изделиями должны быть в соответствии с требованиями ГОСТ 25652 в зависимости от вида и массовой доли волокон в используемом текстильном полотне.

5 Правила приемки. Входной контроль

5.1 Правила приемки – по ГОСТ 29298-2005.

5.2 Пороки внешнего вида – по ГОСТ 25506-82.

6 Методы контроля качества

6.1 Методы контроля качества готового изделия – по ГОСТ 4103.

6.2 Определение поверхностной плотности полотен – по ГОСТ 3811.

6.3 Определение числа нитей на 10 см – по ГОСТ 3812.

6.4 Определение гигроскопичности – по ГОСТ 3816.

6.5 Определение воздухопроницаемости – по ГОСТ 12088.

6.6 Определение изменения линейных размеров после мокрых обработок – по ГОСТ 30157.0, ГОСТ 30157.1.

6.7 Определение стойкости к истиранию текстильных полотен – по ГОСТ 18976.

6.8 Определение устойчивости окраски текстильных полотен к физико-химическим воздействиям – по ГОСТ 9733.0, ГОСТ 9733.4, ГОСТ 9733.6, ГОСТ 9733.7, ГОСТ 9733.27.

6.9 Определение степени мерсеризации хлопчатобумажных и смешанных тканей - по ГОСТ 25617.

6.10 Определение сырьевого состава тканей - по ГОСТ ИСО 1833-2001.

6.11 Определение степени белизны – по ГОСТ 18054.

6.12 Пиллингуемость – по ГОСТ 14326.

6.13 Определение вида и массовой доли волокон, степени мерсеризации и количества свободного формальдегида на ткани – по ГОСТ 25617 и ИСО 1833.

7 Гарантии качества

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества продукции «Ткани хлопчатобумажные и смешанные, предназначенные для пошива медицинских халатов для сотрудников поликлиник» в течение срока действия сертификата соответствия при условии соблюдения регламентируемых условий хранения.

8 Транспортирование и хранение

8.1 Транспортирование и хранение готовых тканей хлопчатобумажных и смешанных, предназначенных для пошива медицинских халатов для сотрудников поликлиник, осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7000.

Библиография

1 Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

2 Федеральный закон от 07.02.1992 № 2300-1 «О защите прав потребителей» с изменениями, внесенными Федеральным законом от 29.07.2018 № 250-ФЗ, вступающими в силу с 01.01.2019 года.

УДК 006.73

ОКС 59.080.30

ОКПД 2 13.20.20.125

Ключевые слова: ткани хлопчатобумажные и смешанные, ткани из химической пряжи, медицинские халаты, хранение, размеры, качественные показатели, гигроскопичность, пиллингуемость, степень устойчивости окраски, мерсеризация.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г**Методика моделирования лабораторного изнашивания тканей медицин-
ского назначения****ПРИЛОЖЕНИЕ**

(обязательное)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-
шего профессионального образования
«Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина»
Кафедра материаловедения и товарной экспертизы

ТКАНИ СМЕШАННЫЕ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Метод определения изнашивания

Зав. кафедрой материаловедения
и тов. экспертизы

Доцент, к.т.н.

Аспирант



Шустов Ю. С.

Плеханова С. В.

Виноградова Н. А.

Москва 2019

Настоящая методика распространяется на ткани медицинского назначения, предназначенные для пошива халатов для сотрудников поликлиник.

1. МЕТОД ОТБОРА ПРОБ

1.1 Отбор проб производят по ГОСТ 20566-75.

1.2 Для проведения испытаний были вырезаны по одной элементарной пробе для каждого испытуемого образца размерами 500×500 мм. Размер пробы был обусловлен запланированным объемом исследований. От каждой подготовленной точечной пробы выкраивают шаблон размерами 200×200 мм.

2. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ДРУГИЕ СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ, ВКЛЮЧАЯ ЭТАЛОНЫ И СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

2.1 Испытания по определению стойкости к истиранию проводились на приборе «Вертестер» фирмы «Computext» (рис.1). Истирание на приборе выполняется при помощи двух взаимно противоположных ровных абразивных поверхностей с определенной заданной нагрузкой. Одной поверхностью служит сам образец, а другой – абразивный материал. Его универсальность заключается в возможности задавать виды движения испытуемого образца (прямолинейное переменное, поступательное по всему контуру и т.д.). Число абразивных головок – 3. Полезная площадь образца на столике истирания: в случае кругового истирания – 176,5 см², прямолинейного – 150 см², неориентированного – 225 см².

Диаметр зажатого в нижнюю зажимную головку – 245 мм. Скорость движения нижнего столика может регулироваться – 30 об/мин., 60 об/мин.

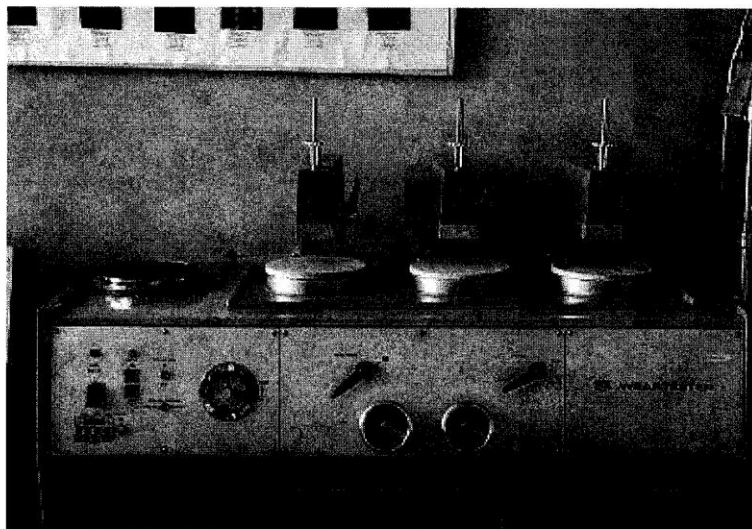


Рис. 1 – Внешний вид прибора «Вертестер»

2.2 Определение линейных размеров изделий проводилось по ГОСТ 30157.1-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок».

2.3 Глажение проводилось по ГОСТ 30157.1-95. Температура утюга выбиралась в соответствии с ГОСТ 25652-83 «Материалы для одежды. Общие требования к способам ухода».

Температура глажения была выбрана не выше 150°C.

В данной методике был выбран режим «ручная стирка» с температурой воды 40 ± 3 °C.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Для моделирования условий опытной носки в лабораторных условиях был использован цикл «стирка-глажение-истирание». В цикл вошли основные факторы износа медицинской одежды при эксплуатации.

3.1 Определение линейных размеров образцов после мокрых обработок

Стирка

Подготовленные элементарные пробы подвергаются стирке по следующему режиму испытаний:

- режим испытаний – ручная стирка;
- модуль ванны 1:30;
- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- масса моющего средства – $3 \pm 0,5$ г/дм³;

продолжительность обработки без механических воздействий – $10 \pm 0,5$ мин
(в конце замочки пробы перемешивают руками 10 раз с легким отжимом)

После завершения стирки, приступают к этапу полоскание.

Полоскание

Параметры испытаний:

- температура воды – 40 ± 3 °C ;
- количество циклов – 1;
- продолжительность одного цикла без механического воздействия – $5 \pm 0,2$ мин.

Обезвоживание вручную – отжим руками (между ладонями без выкручивания).

Прессование и глажение

Параметры испытаний:

- вид применяемого оборудования – утюг;
- температура подошвы утюга – не более 150 °C;
- льняные и полульняные ткани гладят сразу же после отжима накладыванием утюга без нажима через неаппретированную ткань;

Продолжительность – 20 ± 1 с.

Элементарные пробы шелковых и полушелковых тканей, из пряжи химических волокон и смешанные, подвергавшиеся химической чистке, прессуют утюгом. Элементарную пробу, разложенную на гладильной доске изнаночной стороной вверх, накрывают влажной (масса влажной ткани не должна превышать массу сухой ткани более чем в 2,5 раза) неаппретированной хлопчатобумажной миткалевой тканью и прессуют утюгом. Утюг устанавливают на элементарную пробу в направлении нитей основы и оставляют

в таком положении на 10 с, затем утюг поднимают и переставляют на соседний участок элементарной пробы. Операция повторяется по всей пробе. Терморегулятор утюга установлен на указателе «Хлопок» или на символе «...» по ГОСТ 307.1.

3.2 Определение стойкости к истиранию образцов

По результатам лабораторных испытаний образцов тканей медицинского назначения по показателю стойкости к истиранию было определено среднеарифметическое значение из 17 результатов. Это 6000 циклов.

За 1 год эксплуатации было принято 6000 циклов истирания. Если учесть, что в году 50 недель, получается 120 циклов за 1 рабочую неделю. После каждой стирки образцы подвергались трению, равному 120 циклов. Данная нагрузка имитировала трение, создаваемое в естественных условиях, которому подвергается материал при опытной носке в поликлиниках. Условия испытаний: диаметр образца 245 мм; нагрузка на образец – 1 кг; скорость движения нижнего столика – с закрепленными образцами – 30 об/мин; движение испытуемого образца – неориентированное. В качестве абразива было выбрано серошинельное сукно.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Вычисляют среднее арифметическое значение расстояния между метками до мокрой обработки (или химической чистки) и после нее, отдельно в направлении основы (длины) и утка (ширины).
2. Изменение размеров после мокрой обработки в направлении основы (длины) и утка (ширины), %, вычисляют по формуле:

$$\lambda = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100$$

где L_1 - расстояние между метками после обработки, мм;

L_0 - расстояние между метками до обработки, мм.

3. Полученные значения записывают в итоговую таблицу (табл. 1).

Табл. 1 – Численные значения ПК образцов ткани в зависимости от количества циклов изнашивания

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ООО «ДРАГОНВЭЙВ»

А.И. Садыков

21 июня 2019 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы соискателя
Российского государственного университета имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
Виноградовой Натальи Алексеевны

Основные результаты диссертационной работы на тему «Разработка методов оценки качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник» аспирантки кафедры материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А. Н. Косыгина Виноградовой Натальи Алексеевны внедрены в рабочий процесс Общества с ограниченной ответственностью «ДРАГОНВЭЙВ».

По результатам диссертационной работы разработан и утвержден стандарт организации (СТО 15566345-001-2019).

Разработанная методика лабораторного моделирования изнашивания тканей медицинского назначения Виноградовой Н. А. получила практическое применение и эффективно используется в рабочих процессах компании.

Д.т.н., профессор

Шустов Ю.С.

Аспирант

Виноградова Н.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
к.тсх.н., проф. Кашеев О.В.
« » июня 2019 г.



АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы соискателя
Российского государственного университета имени А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
Виноградовой Натальи Алексеевны

Основные результаты диссертационной работы на тему «Разработка методов оценки качества тканей медицинского назначения, предназначенных для сотрудников поликлиник» аспирантки кафедры материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А. Н. Косыгина Виноградовой Натальи Алексеевны внедрены в учебный процесс при подготовке студентов по направлениям «Технология и проектирование текстильных изделий» и «Метрология и стандартизация».

Результаты диссертационной работы используются в лекционных курсах дисциплин «Текстильное материаловедение», «Контроль и управление качеством текстильных изделий», «Экспертиза качества продукции текстильной и легкой промышленности».

По данной тематике выполнялись научно-исследовательские работы студентами по профилю подготовки студентов «Экспертиза и товароведение изделий текстильной и легкой промышленности».

Зав. кафедрой материаловедения
и товарной экспертизы

Преподаватели кафедры:

д.т.н., проф. Шустов Ю.С.

к.т.н., проф. Давыдов А.Ф.

к.т.н., доц. Плеханова С.В.