

*На правах рукописи*



**ЛЫСОВА Марина Александровна**

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ  
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ  
НА ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

2.6.16 – Технология производства изделий  
текстильной и лёгкой промышленности

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Кострома  
2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет»

- Научный консультант**                    **Грузинцева Наталья Александровна,**  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры материаловедения, товароведения,  
стандартизации и метрологии ФГБОУ ВО «Ивановский  
государственный политехнический университет»,  
г. Иваново
- Официальные оппоненты**
- Шустов Юрий Степанович,**  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой материаловедения и товарной экс-  
пертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный уни-  
верситет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искус-  
ство)», г. Москва
- Циркина Ольга Германовна,**  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры пожарной безопасности объектов за-  
щиты ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России», г. Иваново
- Хамматова Эльмира Айдаровна,**  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Дизайн» ФГБОУ ВО «Казанский на-  
циональный исследовательский технологический универ-  
ситет», г. Казань
- Ведущая организация**                    ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный уни-  
верситет промышленных технологий и дизайна»,  
г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится 01 ноября 2023 г. в 10.00 часов на заседании диссер-  
тационного совета 24.2.317.01 на базе ФГБОУ ВО «Костромской государственной универ-  
ситет» по адресу: 1560005, г. Кострома, ул. Дзержинского, д. 17/11., ауд. 331.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Костромской госу-  
дарственный университет»: <https://ksu.edu.ru/nauchnaya-deyatelnost.html>

Текст автореферата размещен на сайте ВАК России: <http://vak3.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.317.01  
доктор технических наук, доцент



Л.Л. Чагина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Качество продукции представляет собой материальную основу удовлетворения как производственных, так и личных потребностей конкретных потребителей, и этим определяется его уникальная экономическая и техническая значимость. Экономическое содержание понятия «качество» базируется на том, что качество продукции формируется в процессе её изготовления. Поэтому как экономическая категория качество продукции рассматривается овеществлённым результатом производственной деятельности, сопряжённым с соответствующими затратами. Так как качество продукции определяется совокупностью её свойств, то они определяют её техническое совершенствование, которое закладывается при проектировании и обеспечивается в технологических процессах производства. Таким образом, качество является технической категорией и поэтому изучается именно техническими дисциплинами.

Рынок технического текстиля в сравнении с другими видами текстильной продукции является самым перспективным. При этом сегодня меняется и само понятие «технический текстиль». Это, прежде всего, геотекстильные полотна, геосетки и сита, ткани со специальной пропиткой, отделкой, дублированием и термообработкой, супертяжелые (объёмные) ткани, ткани с токопроводящими нитями и другие изделия. При этом на рынке строительных материалов и изделий особое место занимают композиционные материалы, армированные различными анизотропными элементами в виде волокон, ровингов, нитей различного строения, текстильных полотен плоской и пространственной формы.

При строительстве автомобильных и железных дорог, а также других строительных объектов, наиболее востребованными материалами являются геотекстильные изделия. Они используются также для создания гибких и в то же время надежных фильтрующих прослоек для разделения грунтов различной фракции, поддержания стабильной работы дренажной системы, укрепления грунтов, защиты строительных конструкций. Геополотно (тканое, трикотажное, нетканое) позволяет уменьшить толщину слоя основания автомобильных дорог, а значит, сэкономить время и средства. Также широко применяется стеклянная и полиэфирная геосетки, которые укладывают между слоями асфальтобетона для предотвращения колееобразования. В результате чего повышается сопротивляемость дорожного покрытия механическим нагрузкам.

При применении названных геотекстильных материалов (ГТМ) для различных строительных объектов возникает ряд научных и практических проблем по обеспечению их необходимого качества как в процессах производства, так и при эксплуатации, в направлениях: проектирования требуемого уровня качества ГТМ на основе выполняемых ими функций в строительном изделии; совершенствования процесса нормирования и ранжирования показателей качества ГТМ для проведения отдельной и комплексной оценки качества выпускаемых ГТМ; определения эффективности и конкурентоспособности промышленного производства ГТМ; организации и технического обеспечения мониторинга параметров технологических процессов производства ГТМ; совершенствования номенклатуры показателей качества и методов их количественной оценки; решения отдельных проблем кодирования, стандартизации и сертификации качества ГТМ; расширения технологических возможностей использования ГТМ в композитных теплоизоляционных изделиях. В связи с этим

развитие методологии управления качеством на этапах как производства, так и потребления геотекстильных материалов, представляется актуальной проблемой.

**Степень разработанности темы исследования.** Методические решения по обеспечению качества при производстве текстильных изделий технического назначения опубликованы в трудах отечественных ученых: Н.А. Грузинцевой, Б.Н. Гусева, Т.Ю. Каревой, Н.А. Коробова, А.Ю. (ИВГПУ); А.П. Гречухина, М.В. Киселёва, А.Р. Корабельникова, П.Н. Рудовского, Г.Г. Соковой (КГУ); А.Ф. Плеханова, К.Э. Разумеева, Ю.С. Шустова, С.С. Юхина (РГУ им. А.Н. Косыгина); М.Ю. Трещалина, Ю.М. Трещалина (МГУ им. М.В. Ломоносова); О.Н. Столярова (С-ПбПУ им. Петра Великого); Г.К. Мухамеджанова (ООО «НИИНМ»); О.Г. Циркиной (ИП-СА ГПС МЧС России); Э.А. Хамматовой (КНИТУ); Г.И. Легезиной (СПбГУПТД). Проведенный анализ известных научно-исследовательских работ по обозначенной тематике позволил выявить актуальные проблемы в совершенствовании методологии управления качеством при проектировании, производстве, контроле качества и стандартизации ГТМ.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является обеспечение высокого качества геотекстильных материалов путём развития методологических основ (комплекса научно обоснованных методик, алгоритмов, методов мониторинга технологических процессов, количественной оценки качества и конкурентоспособности с использованием информационных технологий, результативности системы менеджмента качества (СМК), унификации системы классификации и кодирования) управления качеством на этапах их производства и потребления в различных областях строительства. Для реализации данной цели поставлены и решены следующие задачи диссертационного исследования:

- разработать обобщённый алгоритм проектирования требуемого уровня качества ГТМ с учётом выполняемых ими функций в строительных объектах;
- предложить эффективные методики по формированию нормативных (базовых) показателей качества;
- осуществить информатизацию процесса проектирования качества ГТМ;
- усовершенствовать методологию комплексной оценки качества ГТМ с учётом новых методов ранжирования показателей качества;
- разработать методику оценки конкурентного преимущества предприятия по производству геотекстильных полотен;
- предложить методы количественной оценки при формировании конкурентоспособного, а также оптимального ассортимента промышленного предприятия по производству ГТМ, учитывающие качество производимой продукции и соответствующие затраты на обеспечение его необходимого уровня;
- развить методы компьютерного мониторинга параметров технологических процессов производства ГТМ;
- усовершенствовать методы количественной оценки механических характеристик ГТМ на продавливание как определяющих показателей качества;
- решить отдельные проблемы унификации системы классификации и кодирования текстильной и геотекстильной продукции, формирования обобщённой базы показателей качества геотекстильных полотен с учётом действующих нормативных документов, определить формы стандартизации компьютерных методов измерений показателей качества;

– предложить новые решения промышленного применения ГТМ в теплоизоляционных строительных изделиях.

**Объектом исследования** являются текстильные материалы технического назначения: геополотна (тканые, нетканые) и текстильные композитные изделия с использованием геотекстильных полотен.

**Предметом исследования** является управление качеством ГТМ в процессах их проектирования, производства, выходного контроля и практического применения.

**Области исследования** включают в себя: ассортимент и свойства ГТМ, применяемых в строительных изделиях; системы менеджмента качества предприятия по производству геотекстильной продукции; методы проектирования качества ГТМ и композитных материалов на их основе с учётом выполняемых ими функций в строительных объектах; методы и средства мониторинга параметров технологических процессов производства ГТМ; методы контроля показателей качества ГТМ; стандартизацию и сертификацию системы качества и методы оценки показателей качества ГТМ; качество как основной фактор в повышении эффективности и конкурентоспособности промышленного производства.

**Научная новизна исследования** заключается в разработке методологического и информационного обеспечения управлением качеством геотекстильных материалов при их производстве и потреблении, позволяющего повысить качество выпускаемой продукции. В работе впервые разработаны:

- обобщённый алгоритм проектирования требуемого уровня качества ГТМ с учетом выполняемых ими функций в конкретных строительных изделиях;
- методики установления нормативных значений показателей качества ГТМ;
- методика комплексной оценки качества ГТМ на основе приоритетности групп их показателей качества;
- методика оценки конкурентного преимущества предприятия по производству геотекстильных полотен, которая позволяет объективно оценить его конкурентоспособность с учетом влияния различных факторов;
- методика количественной оценки результативности деятельности промышленного предприятия – производителя ГТМ;
- метод количественной оценки при формировании конкурентоспособного, а также оптимального ассортимента промышленного предприятия по производству ГТМ;
- методика определения структуры затрат на обеспечение качества геотекстильной продукции, позволяющая выявить необходимые направления по уменьшению данных затрат на все операции по обеспечению требуемого уровня качества ГТМ;
- способ матричного кодирования ГТМ с дополнительной информацией о производителе и качестве продукции в рамках двухмерного штрих-кода;
- новая классификация показателей качества ГТМ, необходимая для разработки соответствующих технических условий при формировании как национальных стандартов, так и стандартов организаций.

**Практическая значимость работы.** В результате проведённых исследований предложены и внедрены:

- программное обеспечение, позволяющее осуществить информатизацию всех этапов процесса проектирования качества ГТМ;

– методы и программное обеспечение мониторинга технологических процессов, а именно: метод определения перерасхода уточных нитей в процессе производства тканых сеток, метод исследования неравномерности по поверхностной плотности нетканых геополотен и метод оценки уровня кольматации ГТМ;

– новое техническое решение для автоматизации процесса измерения на ударную прочность различных видов геотекстильных материалов, которое относительно стандартного метода измерения позволяет повысить быстродействие и точность процесса измерения;

– новое техническое решение для определения усилия геотекстильных материалов при их динамическом продавливании, которое относительно технического средства стандартного метода измерения позволяет расширить функциональные возможности процесса испытания геотекстильных полотен, а также проводить оценивание дополнительных параметрических и функциональных характеристик, для чего также был разработан проект предварительного национального стандарта на усовершенствованный метод определения прочности при динамическом продавливании конической, цилиндрической или сферической насадкой;

– технические решения, связанные с применением листового волокнистого теплоизоляционного материала с использованием различных по виду геотекстильных полотен, предназначенных для теплоизоляции стен зданий и сооружений, а также трубопроводов со сложной конфигурацией (например, углового, радиального, торцового соединения как наиболее часто встречающихся в системах холодного и горячего водоснабжения).

**Используемые в работе методы исследования** основаны на методах квалиметрии, статистического управления процессами, корреляционного и регрессионного анализа, аппроксимации данных, применения экспертных методов, теории измерительных шкал, матричного исчисления и других. Отдельные применяемые в работе теоретические методы исследования развиты в опубликованных автором учебных пособиях. В работе широко использованы современные информационные технологии при разработке новых методов проектирования, мониторинга технологических процессов и контроля качества ГТМ с применением языков программирования: MathCad 14, MathLab 6.5, Python 3.11, Java 8, Visio.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

– алгоритмы и новые методы проектирования требуемого уровня качества ГТМ с учётом выполняемых ими функций в строительных объектах;

– сформированные базы данных по свойствам и единичным показателям качества ГТМ, необходимых для установления номенклатуры показателей качества ГТМ с учётом их эксплуатационной принадлежности;

– методики ранжирования показателей качества ГТМ;

– способы оценки конкурентоспособности ГТМ, оптимального ассортимента, конкурентного преимущества и СМК предприятия по производству геотекстильных полотен;

– установленные критерии мониторинга процессов производства геотекстильных полотен и контроля их качества;

– усовершенствованная методика определение результативности процесса производства нетканых геотекстильных полотен;

- новый способ определения перерасхода уточных нитей в процессе производства геотекстильных тканых сеток;
- методика и программное обеспечение для оценки уровня кольматации геотекстильных материалов;
- усовершенствованные и автоматизированные методы испытания геополотен на ударную прочность и динамическое продавливание;
- обобщённая номенклатура показателей качества ГТМ;
- технические решения по использованию ГТМ в композитных текстильных изделиях.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** Достоверность результатов обеспечена применением основных теоретических (анализ, систематизация и др.), эмпирических (измерение, наблюдение, экспертные методы) и математических методов (вероятностно-статистические, методы теории нечетких множеств, методы корреляционно-регрессионного анализа данных, интерполяции и др.), а также методов управления качеством (квалиметрия, развертывание функции качества и др.).

Основные результаты, выводы и положения диссертационного исследования докладывались на международных, российских и региональных научных конференциях и семинарах, в том числе: Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (Курск, 2014); V Международной молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век» (Курск, 2015); 5-й Международной научно-практической конференции «Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты» (Курск, 2015); Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического форума «Первые международные Косыгинские чтения» (Москва, 2017); межвузовской (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2018)» (Иваново, 2018); Международной молодежной научно-практической конференции «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование» (Курск, 2018); XXII Международном научно-практической форуме «SMARTEX-2019 (Иваново, 2019).

Внедрение результатов исследования осуществлялось на промышленных предприятиях и ИВГПУ. Методика проектирования требуемого уровня качества геотекстильных материалов на основе выполняемых ими функций в строительном изделии внедрена и используется ООО «Тракт» (г. Тейково, Ивановская область). Способ и компьютерная программа по мониторингу технологических процессов ткачества ГТМ, позволяющие определить перерасход уточных нитей, внедрены в деятельность ООО «Инжиниринговый центр текстильной и легкой промышленности» (г. Иваново). Метод определения усилия геосинтетических материалов при их динамическом продавливании применяется на ООО «РемСтрой-Т» (с. Ново-Талицы, Ивановская область). Для ООО «ТехноСтрой» (г. Иваново) предложено новое техническое решение, связанное с применением листового волокнистого теплоизоляционного материала, предназначенного для теплоизоляции сложных элементов теплообменного оборудования». Результаты диссертационной работы внедрены в учеб-

ный процесс подготовки бакалавров и магистров по направлениям «Управление качеством и «Стандартизация и метрология».

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликованы 45 научных работ, в том числе 23 работы в ведущих российских периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, из них 15 статей в журналах, индексируемых в международной цитатно-аналитической базе данных Web of Science и Scopus, монография и три учебных пособия, три патента РФ на изобретения и полезную модель, четыре свидетельства на программы для ЭВМ, размещённых в федеральном и отраслевом фондах.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы (176 наименований), приложений. Работа изложена на 262 страницах машинописного текста, включая 60 рисунков, 84 таблицы и 8 приложений на 20 страницах.

**Содержание диссертации соответствует п. 2.** в части прогнозирования показателей свойств и качества материалов и ИТЛП, **п. 4.** в части организации производства материалов, обеспечивающих высокие эксплуатационные показатели ИТЛП и их конкурентоспособность, **п. 29.** Стандартизация, сертификация, организация производства и управление качеством материалов и ИТЛП паспорта специальности 2.6.16 Технология производства изделий текстильной и лёгкой промышленности.

Автор выражает глубокую благодарность за оказанную помощь и научные консультации по диссертационной работе доктору технических наук, профессору кафедры МТСМ ИВГУ Гусеву Борису Николаевичу.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, степень её разработанности, цель, задачи, научная новизна исследования и практическая значимость работы, объект, предмет и области исследования, методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследования.*

***В первой главе** проведен анализ современного состояния проблемы обеспечения качества текстильных изделий технического назначения, используемых в различных областях строительства.*

Первоначально был изучен ассортимент геотекстильных материалов (ГТМ) и определены возможные направления научно-методического и технического обеспечения качества ГТМ. Отмечено несовершенство нормативной и методической базы производства и применения ГТМ; отсутствие идентификационных кодов ГТМ в ОКПД 2 и ТН ВЭД; недостаточное количество фундаментальных научно-исследовательских работ в области обеспечения качества и конкурентоспособности геотекстильных (геосинтетических) материалов; слабая техническая оснащенность испытательных лабораторий промышленных предприятий по производству геотекстильной продукции; отсутствие методик по проектированию и комплексному оцениванию качества различных видов геотекстильных материалов.

Также изучено современное состояние нормативно-технической документации (НТД) в части применяемых в строительстве геотекстильных материалов, в ре-



зультате чего выявлено, что в связи с быстроразвивающимся рынком ГТМ, Федеральное агентство по техническому регулированию и контролю не успевало решить все возникавшие задачи, поэтому Росавтодор взял на себя инициативу и разработал недостающие нормативные документы. Однако, они не носят обязательного характера и к тому же многие ОДМ морально устарели.

Кроме того, проведён анализ существующих подходов в проектировании и обеспечении качества потребительской продукции, рассмотрены методы мониторинга параметров технологических процессов производства ГТМ и методов оценки их показателей качества.

*Во второй главе осуществлено развитие методологии проектирования требуемого уровня качества геотекстильных материалов на основе выполняемых ими функций в строительном изделии.*

Требования к качеству производимой продукции определяются через системы менеджмента качества (СМК) промышленных предприятий, которые создаются на основе реализации национальных стандартов ГОСТ Р ИСО серий 9000 и 10000. На этапе проектирования качества выбранного геотекстильного материала, ключевой задачей является установление рациональной номенклатуры показателей качества, нахождение их расчётных значений в сравнении с базовыми, необходимыми для использования в строительных изделиях или объектах. В работе предложен новый подход, связанный с проектированием требуемого уровня качества ГТМ на основе выполняемых ими функций в конкретном строительном изделии (объекте), где разработанный алгоритм представлен на рис. 1.

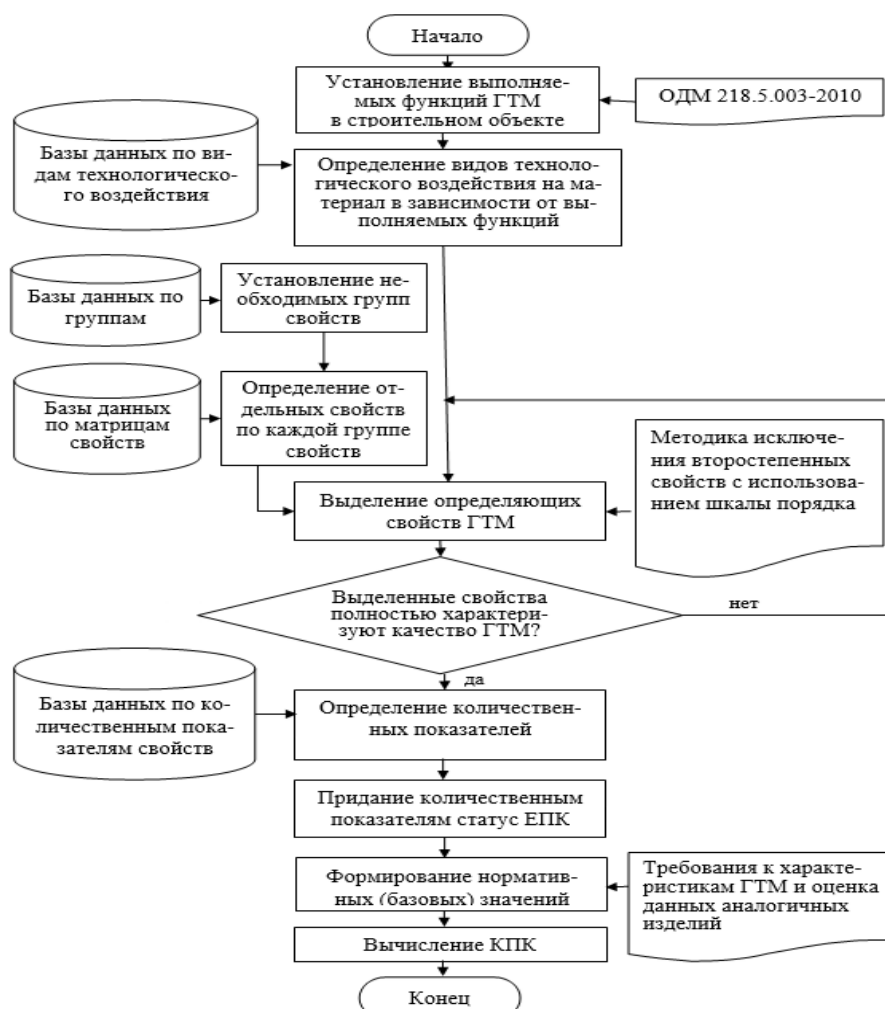


Рис. 1. – Блок-схема алгоритма проектирования качества ГТМ

Согласно ОДМ 218.5.005-2010, для геотекстильных нетканых полотен, применяемых в дорожном строительстве, основными функциями являются борьба с эрозией, разделение, фильтрация и дренирование. Видами технологического воздействия на ГТМ при эксплуатации данного объекта являются: воздействие влаги; изменение температуры; влияние микроорганизмов; влияние агрессивных сред; осевая нагрузка; усилие на растяжение и другие.

Для определения приоритетности технологических воздействий на ГТМ использовали метод экспертных оценок, для чего было составлено пять матриц парных сравнений (в табл. 1 представлен пример одной матрицы парных сравнений второго уровня для функции «разделение»).

Таблица 1 – Структура матрицы парных сравнений

Функция «разделение»	Воздействие влаги	Изменение температуры	Влияние микроорганизмов	Влияние агрессивных сред	Осевая нагрузка	Усилие растяжения
Воздействие влаги						
Изменение температуры						
Влияние микроорганизмов						
Влияние агрессивных сред						
Осевая нагрузка						
Усилие растяжения						

Сравнивая набор альтернатив (вариантов) друг с другом, получали матрицу суждений, вычисляли среднее геометрическое  $\omega_i$  для каждой строки матрицы суждений, проводили нормализацию, а затем вычисляли приоритеты каждого варианта по формуле:

$$q_j = \sum_{i=1}^n q_{2j}^i \cdot q_{1i}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (1)$$

где  $q_{2i}^k = \omega_i / \sum_{i=1}^n \omega_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, n}$ ,  $k$  – номер матрицы;  $i$  – номер строки матрицы; цифры 1 и 2 обозначают уровень матрицы в иерархической структуре.

В результате получили приоритеты каждого технологического воздействия, представленные в табл. 2. С целью информатизации данного процесса была разработана компьютерная программа на языке Python 3.11.

Таблица 2 – Значения приоритетов технологических воздействий на ГТМ

Технологические воздействия	Разделение	Борьба с эрозией	Фильтрация	Дренирование	Приоритет
	0,276	0,319	0,243	0,162	
Воздействие влаги	0,105	0,271	0,329	0,475	0,272
Изменение температуры	0,105	0,067	0,037	0,099	0,075
Влияние микроорганизмов	0,029	0,271	0,180	0,099	0,154
Влияние агрессивных сред	0,058	0,033	0,339	0,099	0,124
Осевая нагрузка	0,353	0,271	0,073	0,206	0,335
Усилие растяжения	0,353	0,087	0,042	0,021	0,139

Для иллюстрации этапа перехода от конкретного вида технологического воздействия к отдельным свойствам нетканого ГТМ использовали группу свойств эксплуатационной надёжности, а для установления тесноты статистической связи между ними применили шкалу порядка в баллах: 9 – сильная; 5 – средняя; 1 – слабая (табл. 3).

Таблица 3 – Выделение свойств ГТМ в зависимости от вида технологического воздействия на него

Вид технологического воздействия	Свойства эксплуатационной надёжности				
	Прочность при растяжении	Прочность при продавливании	Прочность при ударе	Удлинение при растяжении	Просачиваемость грунта
Усилие на растяжение	9	9	1	9	5
Усилие на продавливание	5	5	5	5	5
Воздействие влаги	5	9	5	5	5
Влияние микроорганизмов	9	1	5	5	5
Влияние агрессивных сред	9	1	5	5	5

Далее формировали состав количественных характеристик выделенных свойств. В табл. 4 приведен пример для группы свойств эксплуатационной надёжности.

Таблица 4 – Количественные характеристики определяющих свойств ГТМ

Свойство	Количественные характеристики свойств и их единица измерения	Значения	
		Нормативные	Расчётные
<b>Группа свойств и показателей «Надёжности»</b>			
Прочность (при растяжении, ударе, продавливании)	Разрывная нагрузка (по длине / по ширине), кН/м	80/80	85/78
	Показатель ударной прочности, мм	28	26
	Показатель прочности при продавливании, кН	1,5...3,0	2,4
Деформируемость	Относительное удлинение (по длине, по ширине), %	16/16	16/17
Просачиваемость грунта	Коэффициент фильтрации в направлении, перпендикулярном к плоскости полотна, м/сут	32	32

Следующий этап исследования был связан с разработкой ряда методик по определению нормативных значений единичных показателей качества ГТМ, для чего использовали методы и средства статистики, корреляционно-регрессионного анализа, теории интерполяции. В частности, на примере геополотна «Ультростаб» статистическими методами установлено, что нормативное значение разрывной нагрузки исследуемого ГТМ при растяжении его в продольном направлении находится в интервале (159,21; 161,41) кН, а при растяжении в поперечном направлении – в интервале (90,54; 91,94) кН.

С целью расширения границ нормативных значений геотекстильного материала (что повлечет и расширение ассортимента предприятия) воспользовались методами экстраполяции данных на примере нетканого ГТМ торговой марки «ЭМИ-ТЕКС». Для зависимости между поверхностной плотностью ( $x$ ) и прочностью при растяжении нетканого геотекстильного материала в продольном (поперечном) направлении ( $y$ ) строились интерполяционные полиномы Ньютона. В табл. 5 представлены расчётные (прогнозируемые (П)) и фактические (Ф) нормативные значения показателей прочности.

Таблица 5 – Прогнозируемые и фактические нормативные значения ЕПК

Показатель качества	Поверхностная плотность, кг/м <sup>2</sup>									
	0,15		0,25		0,35		0,45		0,55	
	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф
Прочность при растяжении в продольном направлении, кН/м <sup>2</sup>	2,2	1,9	3,8	3,6	5,8	5,5	8,3	10,0	11,5	13,5
Прочность при растяжении в поперечном направлении, кН/м <sup>2</sup>	2,9	2,5	5,7	5,9	9,2	9,6	12,7	13,0	15,9	17,0

В случае необходимости определения нормативных значений показателей качества однотипной геотекстильной продукции, производимой различными промышленными предприятиями, предложена методика установления как недостающих значений показателей качества, так и установления категории качества производимой продукции с использованием шкалы порядка. Объектом исследования выбрано нетканое геополотно «Дорнит», для которого в технических условиях промышленных предприятий установлены соответствующие нормативные значения по показателям качества, которые для характеристик прочности при деформации на растяжение как в продольном, так и поперечном направлениях, приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Значения разрывной нагрузки нетканого геополотна

Предприятие	Значения разрывной нагрузки (по длине/по ширине) в кН/м при поверхностной плотности геополотна, г/м <sup>2</sup>					
	100	200	300	400	500	600
1. ООО «МЕАПЛАСТ» (Москва)	-	5,0/5,5	8,8/9,0	11,0/13,0	16,0/16,0	20,0/20,0
2. ООО «ЭМИЛИ Групп» (Нижний Новгород)	1,5/2,1	3,0/4,0	4,6/7,9	7,0/11,0	11,0/15,0	14,0/18,0
3. ООО «НИПРОМТЕКС» (Курская область)	3,0/3,0	6,0/7,0	10,0/11,0	12,0/13,0	16,0/18,0	18,0/20,0
4. ООО «РосПромГео» (Нижний Новгород)	3,0/2,7	8,0/6,0	11,0/8,0	16,0/13,0	22,0/16,0	25,0/20,0
5. ООО «Армпласт-ГЕО» (Московская область)	1,9/1,5	4,0/3,2	5,5/4,4	10,5/8,4	14,0/11,2	17,5/14,0
6. ООО «ГЕОПОЛИТЕКС» (Москва)	2,8/2,9	5,5/5,7	8,8/9,0	13,1/13,2	16,0/16,3	20,0/20,5

В результате получили семейство уравнений регрессии, где, в дальнейшем, по каждому показателю качества находили усредняющую функцию, для каждого предприятия строили обобщенный показатель качества ( $Y_{об}^i$ ) как среднее значение функции регрессии и сравнивали его с обобщенным показателем качества для усредняющей функции  $Y_{об}^*$  по следующей шкале порядка: если  $Y_{об}^i > Y_{об}^*$ , то считают качество производимой продукции высоким; если  $Y_{об}^* - 1 < Y_{об}^i \leq Y_{об}^*$ , то выделяют категорию приемлемого качества; в противном случае устанавливают категорию неприемлемого качества.

Для информатизации процесса проектирования качества ГТМ с учётом использования их в различных видах строительных материалов и изделий была создана специальная компьютерная программа на языке программирования Python 3.11 (свидетельство № 2023612360 от 31.01.2023 года) в соответствии с алгоритмом, представленном на рис.1. Дополнительно к базовой программе разработана программа установления взаимосвязи между выполняемыми функциями геотекстильных полотен в строительном изделии и технологическими воздействиями на него (свидетельство № 2023619948 от 17.05.2023 года).

*В третьей главе усовершенствована методология комплексной оценки качества геотекстильных материалов.*

Стандартная процедура оценки качества основана на выделении номенклатуры показателей качества  $X_i$ , их измерении  $x_i$  и сравнении с нормативными значениями  $\|x_i\|$ :  $\Delta x_i = \|x_i - \|x_i\|\|$ . При  $\Delta x_i \leq \Delta x_i^{don}$  качество ГТМ соответствует требуемому

уровню;  $\Delta x_i > \Delta x_i^{don}$  – не соответствует требуемому уровню, где  $\Delta x_i^{don}$  – допустимое, согласно нормативному документу, отличие между нормативным и фактическим значениями показателя качества.

Одним из направлений по совершенствованию методики оценки качества ГТМ является предлагаемый подход (рис. 2), основанный на группировке по выделенным признакам показателей качества, установлении приоритетности определённых групп показателей качества с нахождением их обобщённой оценки, и принятия промежуточного решения по качеству продукции, что позволяет существенно упростить и сократить время на саму процедуру контроля качества. После выделения количественных показателей свойств и придания им статуса единичных показателей качества, проводят последовательную оценку по каждому показателю группы. Если один из показателей не соответствует нормативному значению с учётом допусковых границ, то продукция относится к несоответствующей и бракуется. В случае соответствия фактических и нормативных значений всех единичных показателей качества в группе показателей дается разрешение на оценку качества по показателям следующей группы и параллельно определяется обобщенный показатель группы. Аналогично осуществляется контроль показателей качества по другим группам. Если по какой-то группе выявляется несоответствие фактического и нормативного значения показателя, то продукция относится к несоответствующей по качеству, и её оценка качества приостанавливается. Для формирования итоговой оценки из обобщенных показателей по группам рассчитывается комплексный показатель, составляется соответствующий протокол и делается суждение о качестве продукции в целом.

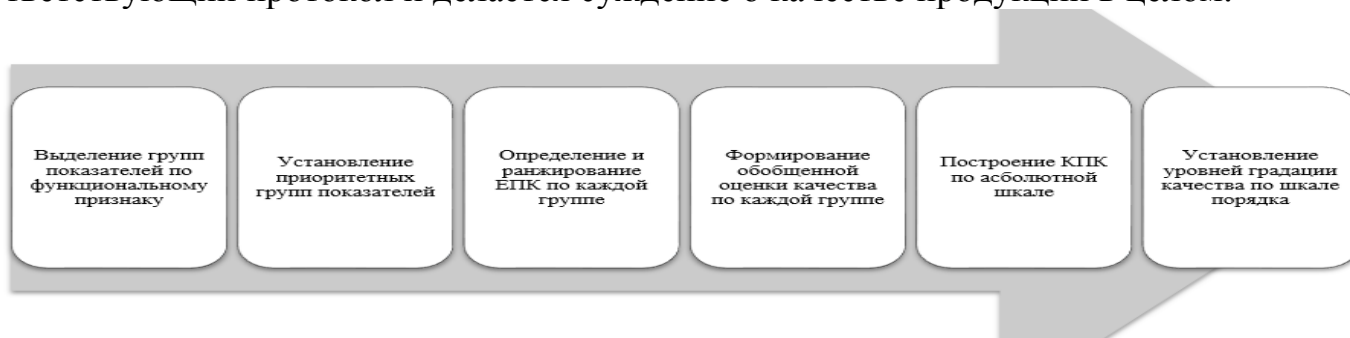


Рис. 2 – Предлагаемая стратегия оценки качества ГТМ

При выделении групп свойств в соответствии с выбранным объектом исследования, а именно неткаными ГТМ, применяемыми в дорожном строительстве, наиболее рационально использование следующих основных групп: назначения, надежности, эксплуатационных свойств, безопасности и экологичности. Первоначально для выделения приоритетности вышеуказанных групп было проведено анкетирование среди экспертов, которые являются специалистами в области дорожного строительства. На следующем этапе осуществляли выделение свойств по каждой выбранной группе, а затем установление единичных показателей качества (ЕПК).

При комплексной оценке качества потребительской продукции наиболее ответственным этапом является установление весомости ЕПК. Одним из методов их ранжирования является экспертный метод с использованием для обработки полученных данных теории нечетких множеств.

Объектом исследования являлся нетканый геотекстильный материал торговой марки «Геоманит ДТ». В качестве ЕПК выбрана группа показателей стойкости к внешним воздействиям для чего вводили предварительное кодированное обозначение

ние ЕПК на уровне их свойств:  $X_1$  – водопроницаемость;  $X_2$  – морозостойкость;  $X_3$  – гибкость;  $X_4$  – грибоустойчивость;  $X_5$  – устойчивость к агрессивным средам;  $X_6$  – устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения;  $X_7$  – устойчивость к циклическим нагрузкам. Работа экспертов заключалась в формировании ранжированного ряда ЕПК с использованием шкалы порядка от 1 до 7, где наиболее значимому показателю присваивается наибольший балл.

Для первого эксперта матрица парных сравнений будет иметь вид:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 1,2 & 0,2 & 0,4 & 0,8 & 0,6 & 1,4 \\ 0,83 & 1 & 0,17 & 0,33 & 0,67 & 0,50 & 1,17 \\ 5 & 6 & 1 & 2 & 4 & 3 & 7 \\ 2,5 & 3 & 0,5 & 1 & 2 & 1,5 & 3,5 \\ 1,25 & 1,5 & 0,25 & 0,5 & 1 & 0,75 & 1,75 \\ 1,67 & 2 & 0,33 & 0,67 & 1,33 & 1 & 2,33 \\ 0,71 & 0,86 & 0,14 & 0,29 & 0,57 & 0,43 & 1 \end{pmatrix}$$

Из уравнения  $\det|P - \lambda E| = 0$  (или  $f(\lambda) = -\lambda^7 + 7\lambda^6 + 0,6\lambda^5 + 0,00198\lambda^4$ ) найдены собственные значения матрицы парных сравнений, для чего осуществляли преобразования с использованием аппарата MathCad. В итоге получили максимальное собственное значение  $\lambda_{\max} = 7,085$ . Тогда  $|\lambda_{\max} - n| = 0,085$  (где  $n$  – порядок матрицы  $P$ ), то есть суждение первого эксперта надежно.

На следующем этапе осуществляли формализацию мнений экспертов путем подсчета частоты появления  $f_{ji}$  балла  $j$  для каждого показателя  $x_i$ . Далее для каждого показателя строили нечеткие множества, описываемые функцией принадлежности, задаваемой формулой:

$$\mu_{ji}(X_i) = f_{ji} / \sum_{j=1}^7 f_{ji}. \quad (2)$$

Затем определяли показатель с наибольшим весом, каковым являлся тот, для которого в соответствующем нечетком множестве наибольшее значение принимает математическое ожидание  $M_i$  (табл. 7). Данному показателю  $M_5 = 4,9$  присвоили  $\beta_5 = 1$ . Остальные веса  $\beta_i$  рассчитывали, воспользовавшись расстоянием Хэмминга (табл. 7). Окончательные веса  $\alpha_i$ , ранжирующие ЕПК по их значимости, определяли исходя из следующего соотношения:

$$\alpha_i = \beta_i / \sum_{i=1}^n \beta_i, \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Результаты расчётов коэффициентов весомости

$i$	1	2	3	4	5	6	7
$M_i$	4,2	3,9	1,5	1,0	4,9	0,8	4,6
$\beta_i$	0,88	0,88	0,87	0,72	1,00	0,71	0,94
$\alpha_i$	0,15	0,15	0,14	0,12	0,17	0,11	0,16

Полученные результаты были подтверждены аналитическим методом ранжирования на основе корреляционно-регрессионного анализа.

**В четвертой главе рассмотрено практическое использование комплексной оценки качества геотекстильной продукции при определении эффективности и конкурентоспособности промышленного производства.**

Повышение конкурентоспособности отдельного предприятия по производству ГТМ невозможно без постоянного мониторинга его уровня качества в сравнении с конкурирующими предприятиями. Основными составляющими, определяющими

сложное свойство «конкурентоспособность» ( $KС$ ) являются такие сложные свойства, как качество ( $K$ ) и экономичность ( $\mathcal{E}$ ). С учётом данных составляющих показателей конкурентоспособности определяют в виде:

$$KС = K\lambda_K + \mathcal{E}\lambda_{\mathcal{E}} \leq 1, \quad (4)$$

где  $\lambda$  – коэффициент весомости и  $\lambda_K + \lambda_{\mathcal{E}} = 1$ .

Для геотекстильной продукции разработана и предложена новая методика комплексной оценки качества с применением принципа приоритетности по соответствующим группам показателей качества. В частности, построение обобщенного показателя качества ( $ОПК$ ) по выделенным  $j$  группам производится по формуле:

$$(ОПК)_j = \left[ \sum_{i=1}^n q_i \alpha_i \right]_j, \quad (5)$$

где  $q_i$  – дифференциальный показатель качества;  $\alpha_i$  – весомость  $i$ -го показателя.

Итоговое значение комплексного показателя качества ( $КПК$ ) рассматриваемого объекта исследования определяется как среднее значение из суммы всех  $(ОПК)_j$  с учётом их весомости  $\beta_j$ :

$$КПК = \sum_{j=1}^m (ОПК)_j \cdot \beta_j \leq 1. \quad (6)$$

Помимо решения задачи по определению показателя  $KС$  текстильной продукции в соответствии с выражением (4), показано решение проблемы, связанной с определением конкурентной цены произведённой продукции. В качестве объекта исследования выбраны геотекстильные тканые полотна, выпускаемые отечественными предприятиями (см. табл. 8).

Таблица 8 – Отечественные производители тканого геополотна

№ п/п	Предприятие (регион)	Торговое наименование	Показатели качества	
			Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, кН/м (по длине/ по ширине)
1	ООО «АрмДорСтрой» (г. Москва)	Геоткань	300	80/100
2	ООО «Армпласт ГЕО» (г. Москва)	Стабитекс	310	80/80
3	ГК «Меапласт» (г. Москва)	Меастаб ВП	310	80/80
4	ООО «ГК Геоматериалы» (г. Москва)	Текспоп	300	80/80
5	ООО «Миакон СПб» (г. Санкт-Петербург)	Армостаб ПП	275	70/70
6	ООО «РитгенГеосинтетикс» (Моск. обл.)	Риттекс ПЭТ	320	80/80
7	ООО «Сетка» (Московская обл.)	Армистаб ПП	275	50/50
8	ООО «Ультрастаб» (Ивановская обл.)	Ультрастаб	320	80/80

Пусть  $x_1$  – конкурентный потенциал предприятия,  $x_2$  – комплексный показатель качества геотекстильного материала,  $Y$  – оптовая цена геотекстильного полотна. Данные по предприятиям приведены в табл. 9.

Таблица 9 – Исходные данные по выделенным факторам

Факторы	Геотекстильная продукция предприятия							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_1$	0,84	0,79	0,81	0,79	0,84	0,82	0,80	0,80
$X_2$	0,79	0,69	0,73	0,71	0,81	0,79	0,73	0,75
$Y$	139	129	131	129	137	133	132	130

В итоге получаем уравнение регрессии  $\hat{Y} = -26,1 + 214,3X_1 - 20,3X_2$ . Данную модель проверили на адекватность путем вычисления коэффициента детерминации и проверки его статистической значимости.

При установленной зависимости цены от факторов  $X_1$  и  $X_2$  далее определяли изменение цены в случае снижения или повышения конкурентного потенциала предприятия ( $X_1$ ) и качества геотекстильного полотна ( $X_2$ ). Разность между предельной и фактической ценой геотекстильного полотна определяет запас ее конкурентоспособности:  $Z_{КС} = C_n - C_\phi$ . Данную разность  $Z_{КС}$  устанавливали на уровне его среднего значения и далее проводили соответствующую плоскость параллельно зависимости  $Y = \varphi(X_1, X_2)$ , которая отражает значения конкурентной цены ГТМ в зависимости от уровней конкурентного потенциала предприятия и качества самой продукции. В табл. 10 приведены итоговые данные по запасу конкурентоспособности рассматриваемых предприятий по производству соответствующей геотекстильной продукции.

Таблица 10 – Данные по запасу конкурентоспособности тканых геополотен

Показатели конкурентоспособности	Геотекстильная продукция предприятия							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$C_n$ , руб.	137,84	129,17	132,64	128,76	137,44	133,56	130,50	130,09
$C_\phi$	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
$Z_{КС}$ , руб.	-1,15	0,17	1,64	-0,24	0,44	0,56	-1,50	0,09

Следующей задачей в направлении решаемой проблемы повышения конкурентоспособности ГТМ является разработка методики количественной оценки конкурентных преимуществ предприятия по производству геотекстильных материалов. Базовым объектом исследования было выбрано предприятие ООО «НИПРОМ-ТЕКС».

Комплексная оценка конкурентных преимуществ (КОКП) предприятия формировалась по формуле:

$$КОКП = \frac{1}{5m} \left[ \sum_{k=1}^s \left( \sum_{i=m_k+1}^{m_k+n_k} \left( \sum_{j=1}^m \vartheta_{ij} \right) \cdot \beta_i \right) \cdot \gamma_k \right], \quad (7)$$

где  $m$  – число экспертов;

$\vartheta_{ij}$  – оценка по пятибалльной шкале  $j$ -м экспертом  $i$ -го конкурентного преимущества предприятия;

$\beta_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го конкурентного преимущества предприятия;

$\gamma_k$  – коэффициент весомости  $k$ -й группы конкурентных преимуществ предприятия;

$s$  – количество групп конкурентных преимуществ предприятия;

$n_k$  – количество показателей в  $k$ -ой группе;

– сумма показателей в  $k$ -ой и предшествующих группах, причем  $m_1 = 0$ ,

$m_k = \sum_{r=1}^{k-1} n_r$  для  $k = \overline{2, s}$ .

Итоговая суммарная оценка экспертов и результаты расчетов по каждому показателю КОКП представлены в табл. 11.



Таблица 11 – Результаты комплексной оценки конкурентных преимуществ предприятий по производству строительных материалов

Показатели	Значимость	Оценка показателей				
		ООО «НИ-ПРОМ-ТЕКС»	ООО «ПОШ-Волокно»	ООО «СИБУР-Геотек-стиль»	ООО «Челяб-нетма»	ЗАО «Втор-Ком»
<b>Организация производства</b>	<b>0,20</b>					
Наличие собственного производства	0,32	39	43	42	43	40
Производственные мощности	0,23	42	30	40	30	35
Ассортимент выпускаемой продукции	0,14	30	32	27	32	43
Качество продукции	0,17	42	39	39	39	42
Внедрение СМК на предприятии	0,06	40	18	18	18	18
Сертификация готовой продукции	0,08	39	37	39	37	44
<b>Кадровое обеспечение</b>	<b>0,20</b>					
Обучение для персонала предприятия	1,00	38	34	35	34	40
<b>Сбытовая политика</b>	<b>0,35</b>					
Известность предприятия на рынке	0,29	39	39	37	39	37
Представительства в регионах РФ	0,24	37	26	38	26	18
Предоставление логистических услуг	0,21	39	38	39	38	35
Наличие готовой продукции на складе	0,26	40	43	44	43	42
<b>Финансовая политика</b>	<b>0,25</b>					
Гибкая ценовая политика	1,00	35	36	37	36	40
<b>КОКП</b>		0,84	0,79	0,81	0,79	0,84

Немаловажную роль в проблеме повышения конкурентоспособности играет формирование и конкурентоспособного ассортимента выпускаемой продукции. Декомпозиция понятия конкурентоспособный ассортимент представлена на рис. 3.

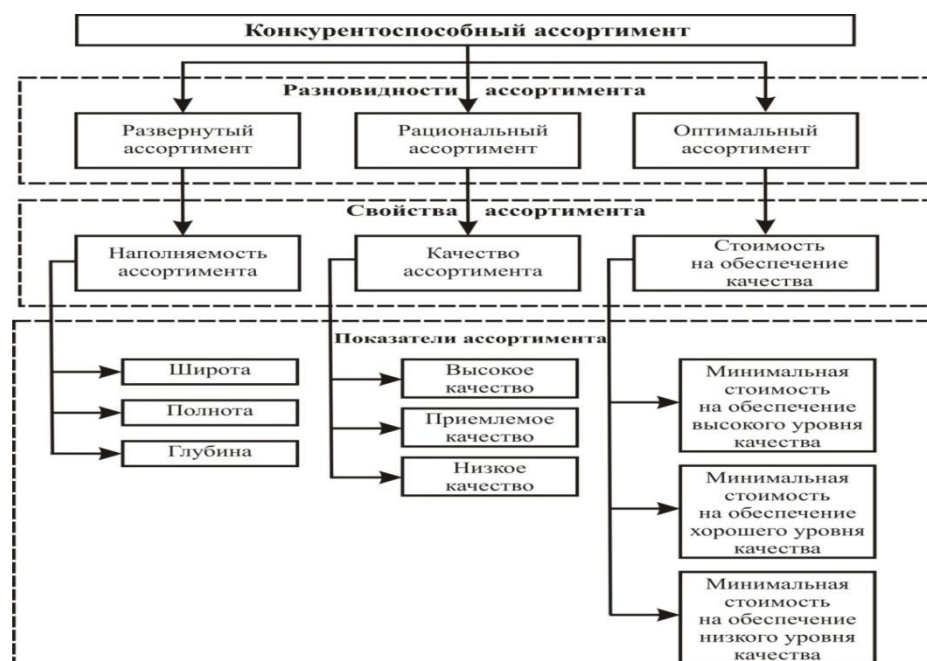


Рис. 3 – Дерево разновидностей и свойств для наполнения понятия «конкурентоспособный ассортимент»

В формализованном виде конкурентоспособный ассортимент (КСА) можно представить в следующей конструкции:

$$KCA = \{A_{раз}, A_{рац}, A_{опт}\}$$

где  $A_{раз}$ ,  $A_{рац}$ ,  $A_{опт}$  – соответственно развернутый, рациональный и оптимальный ассортимент.

Осуществим расчет  $KCA$  при числовых значениях, приведенных в табл. 12. При этом принимаем, что коэффициенты весомости ( $\alpha$ ) по отдельным показателям, а также по разновидностям ассортимента ( $\beta$ ) являются равнозначными, и при этом сохраняется условие  $\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1$  и  $\sum_{j=1}^3 \beta_j = 1$ .

Таблица 12 – Значения единичных показателей конкурентоспособного ассортимента

Свойство	Количественный показатель	Значение	
		фактическое	базовое
Наполняемость ассортимента (по критериям ширина, глубина, полнота)	$X_{Ш}$	13	25
	$X_{Г}$	8	25
	$X_{П}$	8	13
Качество продукции (высокое, приемлемое, низкое)	$Y_{ВК}$	6	13
	$Y_{ПК}$	5	13
	$Y_{НК}$	2	13
Стоимость на обеспечение соответствующего уровня качества (высокого, приемлемого, низкого)	$Z_{ВК}$	17,2	88,6
	$Z_{ПК}$	28,4	88,6
	$Z_{НК}$	43,0	88,6

В результате имеем  $KCA = 0,38$ , что показывает на недостаточный (низкий) уровень сформированного ассортимента. Для автоматизации процесса расчета  $KCA$ , использовали компьютерную программу, составленную в оболочке Java 8.

С учётом выделенных новых требований сформирован общий алгоритм (см. рис. 4) определения результативности СМК искомого предприятия по производству нетканых геополотен.

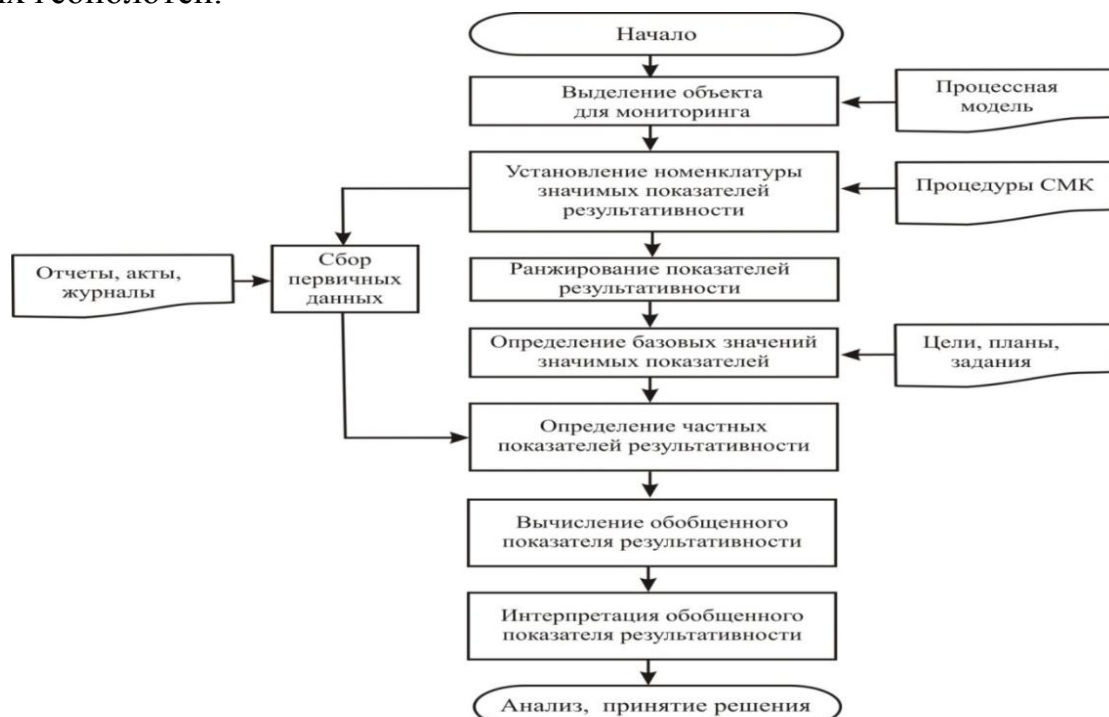


Рис. 4 – Блок-схема алгоритма по определению результативности СМК

Основываясь на теории применения квалиметрических оценок качества, далее приводили в табл. 13 математические алгоритмы используемых вариантов при нахождении частных (единичных) показателей результативности.

Таблица 13 – Варианты нахождения единичных показателей результативности

Вариант	Выражение
1	$P = \left( \frac{x}{\ x\ } \right)^{\text{sgn } \Delta x}, \text{ где } \text{sgn } \Delta x = \begin{cases} +1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} > 0, \\ -1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} < 0, \end{cases}$ <p><math>x_{\text{луч}}, x_{\text{худ}}</math> – наилучшее и наихудшее возможное значение показателя результативности;  <math>x, \ x\ </math> – фактическое и нормативное (базовое) значение показателя результативности.</p>
2	$P = 1 - \frac{\ x\  - x}{\ x\  - x_{\text{худ}}}; \quad P = 1 - \frac{x - \ x\ }{x_{\text{луч}} - \ x\ },$ <p>где первая формула используется в случае позитивного показателя результативности, а вторая – в случае негативного.</p>
3	$P = \begin{cases} (x - x_{\text{нач}})/(x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}), & \text{для позитивных показателей результативности;} \\ (x_{\text{нач}} - x)/(x_{\text{нач}} - x_{\text{кон}}), & \text{для негативных показателей результативности;} \end{cases}$ <p>где <math>x, x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}</math> – соответственно фактическое значение показателя о состоянии процесса, достигнутое на конец отчетного периода; значение показателя, соответствующее фактическому состоянию процесса на начало отчетного периода; значение показателя, соответствующее желаемому состоянию процесса на конец отчетного периода.</p>
4	$P = \begin{cases} 1, & \text{если } \ x\  = x, \\ 0, & \text{если } \ x\  \neq x. \end{cases}$

В рамках оценки результативности системы СМК комплексно рассматривались следующие общие процессы: маркетинг (0,15); производство (0,30); выходной контроль качества готовой продукции (0,08); управление персоналом (0,12); менеджмент управления (0,35). В скобках показана их весомость в итоговой оценке, установленная экспертным опросом. Значения ЕПР по контролю продукции приведены в табл. 14.

Таблица 14 – Значения единичных показателей результативности по контролю качества продукции

ЕПР ( $X_j$ ) <sub>i</sub>	Весомость	Цель локального процесса	Значение ЕПР	
			до	после
Доля отказов заказчиков от геотекстильных материалов в связи с несоответствием требованиям технических условий	0,22	Сократить долю отказов заказчиков от произведенной продукции до 2 %	5	5
Доля затрат на улучшение качества производимых геотекстильных материалов	0,31	Увеличить долю затрат на качество ГТМ до 10 %	3	3
Уровень соблюдения технологической дисциплины	0,33	Удерживать на базовом уровне	100	100
Аттестации производственного оборудования и ремонта	0,14	Удерживать на базовом уровне	100	100

Согласно алгоритму оценки результативности СМК (см. рис. 4) вычисляли значения обобщённых показателей результативности (ОПР) первоначально для выделенных процессов с учетом значений ЕПР и коэффициентов их весомости. Поскольку процессная модель СМК предусматривает два уровня декомпозиции, то вычисления проводили сначала для обобщённых процессов, а затем для всей СМК. Результаты расчета: маркетинг 62,63 %; производство 45,44 %; контроль качества продукции 47,00 %; управление персоналом 47,25 %; менеджмент управления 32,80 %.

В алгоритме оценивания результативности СМК на стадии завершения количественной оценки на любом иерархическом уровне процессов СМК предложено осуществить интерпретацию полученной оценки СМК. Решение данной задачи осуществляем помощью функции желательности, где из указанных входных условий была подобрана функция вида:

$$D = \frac{1}{B} \cdot e^{-A/P}, \quad (8)$$

где  $P$  – итоговая (или промежуточная) оценка результативности СМК;  
 $A$  – эмпирический коэффициент, определяющий скорость возрастания функции желательности (подобран равным 1);  
 $B$  – эмпирический коэффициент, определяющий масштаб выходного сигнала (подобран равным 0,37).

Последовательный перевод данных из шкалы отношений в шкалу порядка, а затем в шкалу наименований, приведён в табл. 15.

Таблица 15 – Качественная оценка СМК

ОПР СМК (P), %	D	Качественная оценка СМК
ниже 40	менее 0,25	Не результативна
от 40 до 60	свыше 0,25 ... 0,50	Содержит отдельные риски
от 61 до 80	свыше 0,50 ... 0,75	В целом результативна
свыше 80	свыше 0,75	Результативность обеспечена в полной мере

На основе сформированной структуры затрат была предложена формула по формированию общих затрат текстильного предприятия на обеспечение качества выпускаемой продукции:  $Z = \sum_i \lambda_i \cdot Z_i$ , где  $Z_i$  – затраты на операции поддержания качества продукции;  $\lambda_i$  – корректирующий множитель, учитывающий значимость операции.

*В пятой главе осуществлено развитие методов мониторинга параметров технологических процессов производства геотекстильных материалов и совершенствование методов оценки показателей качества геотекстильных материалов.*

Решение проблемы развития системы и оценки качества ГТМ невозможно без решения задачи разработки новых методов и средств мониторинга параметров технологических процессов. Для этого первоначально выделяли соответствующие технологические процессы производства ГТМ, определяли их контролируемые параметры и создавали методы их мониторинга. Для этой цели воспользовались методологией функционального моделирования (IDEF0).

При определении технологической результативности процесса его показатель (ПТР) определяли по формуле:

$$ПТР = \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i^{факт}}{\|x_i^{норм}\|} \right)^{\text{sgn } b} \cdot \alpha_i, \quad \text{sgn } b = \begin{cases} +1, & \text{если } x_i^{факт} < \|x_i^{норм}\|, \\ -1, & \text{если } x_i^{факт} > \|x_i^{норм}\|, \\ 0, & \text{если } x_i^{факт} = \|x_i^{норм}\|, \end{cases} \quad (9)$$

где  $x_i^{факт}, \|x_i^{норм}\|$  – фактическое и нормативное (базовое) значение  $i$ -го единичного показателя технологической результативности;  
 $\alpha_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го единичного показателя технологической результативности.

Далее выявляли единичные показатели результативности (ЕПР) на уровне количественных характеристик. На этапе их нормирования в качестве базовых выбраны наилучшие результаты по их испытаниям

Используя выражение (9) в итоге получили:  $ПТР = 0,89$ , при условии, что ( $ПТР_{max} = 1$ ). При «очень высокой» технологической результативности, куда отнесем полученный результат  $ПТР = 0,89$ , полезно будет проводить регулярные статистические исследования, способствующие более глубокому изучению протекания технологического процесса.

На примере тканой геосетки рассмотрели процедуру выявления дефекта по системе уточных нитей в виде петли или искривления их траекторий, опираясь на предварительно полученное цифровое изображение поверхности текстильного материала. Здесь нерешенной проблемой является отсутствие способа оперативной фиксации по количественной оценке данного дефекта на заданной площади. Для успешного решения выявленной проблемы первоначально осуществляли задачу, связанную с количественной оценкой указанного параметра. Для этого предложен соответствующий алгоритм, блок-схема которого представлена на рис. 5.

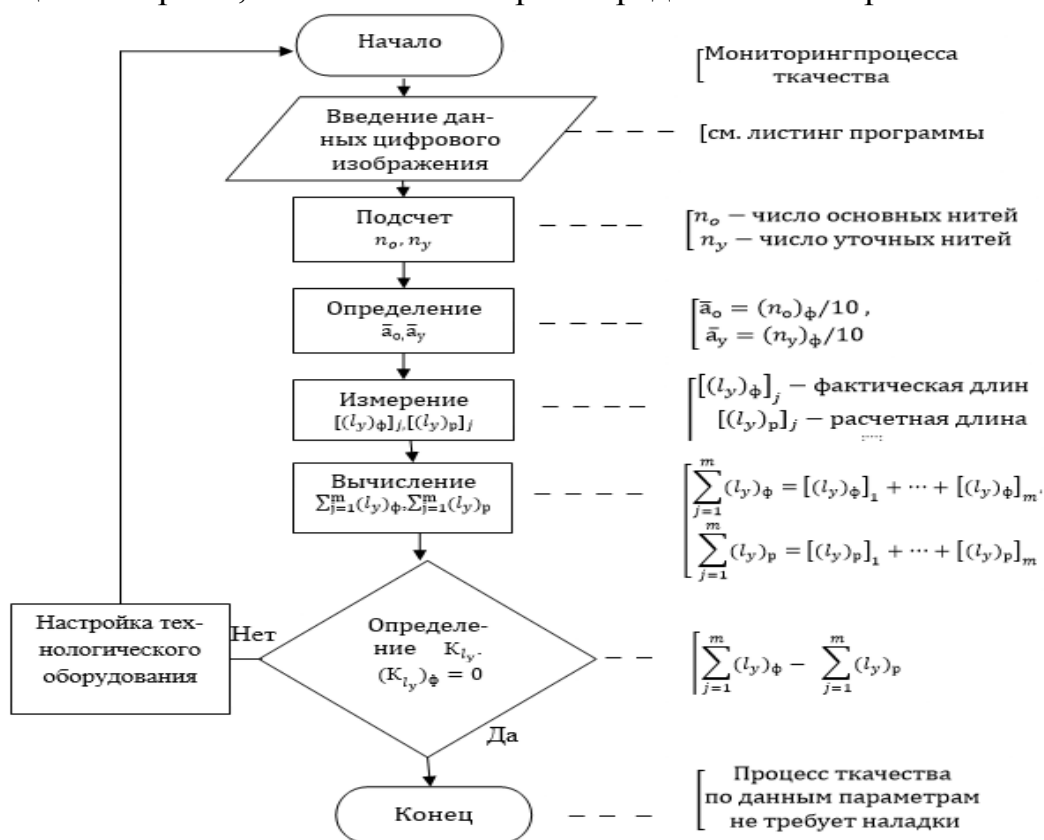


Рис. 5 – Блок-схема алгоритма по выявлению дефекта геосетки

Для визуализации мониторинга качества процесса формирования тканой геосетки предусмотрено итоговое окно. Наиболее сложным этапом в определении величины перерасхода уточных нитей является измерение длины искривлённых участков уточных (основных) нитей. Данная проблема была решена на основе анализа данных цифрового изображения исследуемого участка тканой геосетки (патент на изобретение №2633956 РФ).

Обеспечение требуемого уровня качества производимой текстильными предприятиями геотекстильной продукции предусматривает также и проведение оперативного контроля за соответствующими характеристиками сырья и полуфабрикатов

в технологических процессах по всей цепочке производства формируемого ГТМ. При производстве нетканых материалов бытового и технического назначения первоначально на кардочесальных машинах формируется ватка прочёса. Основными информативными показателями ватки прочёса являются показатели материалоемкости, а именно поверхностная плотность и её неравномерность на отдельных участках.

Последовательность осуществления основных операций методики цифрового исследования искомого показателя качества представлена на рис. 6.

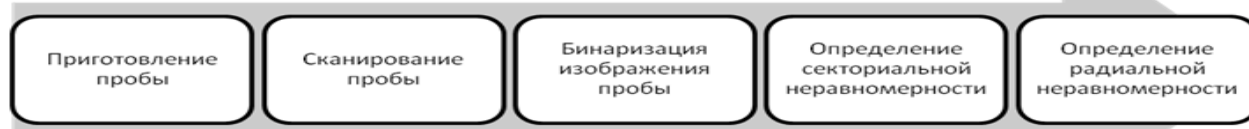


Рис. 6 – Последовательность операций методики цифрового исследования поверхностной плотности прочёса при производстве геополотна

На рис.7 показаны изображения пробы на соответствующих этапах обработки.

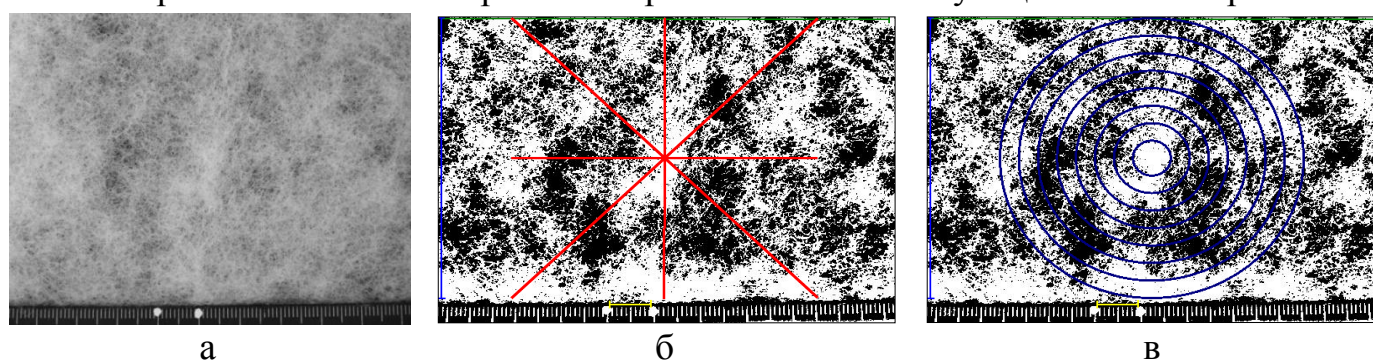


Рис. 7 – Изображение пробы: а – исходное; б, в – бинаризованное для определения соответственно секториальной и радиальной неравномерности

На заключительном этапе с учётом полученных результатов исследований оценивали:

- общую неравномерность, а именно площадь светлых  $\Delta S_C$  и темных  $\Delta S_T$  участков пробы, где высокому качеству прочёса соответствует  $\Delta S_C \Rightarrow (\Delta S_C)_{max} = 100\%$ ;
- секториальную и радиальную неравномерность, а именно значения коэффициента вариации  $C_{S_c}$  и  $C_{S_p}$ . Данные показатели имеют негативную направленность, т.е. наилучшим вариантом является условие  $C_{S_c} \Rightarrow (C_{S_c})_{min} = 0\%$  и  $C_{S_p} \Rightarrow (C_{S_p})_{min} = 0\%$ ;

При эксплуатации ГТМ отдельно рассмотрена технологическая функция, связанная со способностью ГТМ задерживать грунт или другие частицы, которые перемещаются вместе с жидкостью в дренажных системах, т.е. функцию дренирования. Для выполнения данной технологической функции в строительном объекте наиболее подходит нетканое геотекстильное полотно, которое обладает хорошей водопроницаемостью и при этом не происходит его быстрое засорение и заиливание из-за большого количества микроотверстий. Данный негативный процесс для ГТМ определяется понятием «кольматация».

Экспериментальные исследования осуществляли на нетканом геополотне марки «Дорнит» производства ОАО «Нипромтекс», произведённого из полиэфирного волокна поверхностной плотности  $300 \text{ г/м}^2$ . Непосредственное определение массы кольматанта возможно на основании выражения:

$$m_K = m_{3M} - m_{чМ}, \quad (10)$$

где  $m_K$  – масса кольматанта;

$m_{3M}, m_{чМ}$  – масса соответственно сухого загрязнённого и чистого геополотна.

При подготовке проб площадью  $1 \text{ дм}^2$  осуществляли искусственный процесс их загрязнения кольматантом (тонером) механическим путём. В дальнейшем осуществляли сканирование пробы с двух сторон (наружной и внутренней поверхности) в отраженном свете для получения соответствующих изображений, показанных на рис. 8 (а – чистый образец, б – внутренняя загрязнённая поверхность, в – наружная загрязнённая поверхность).

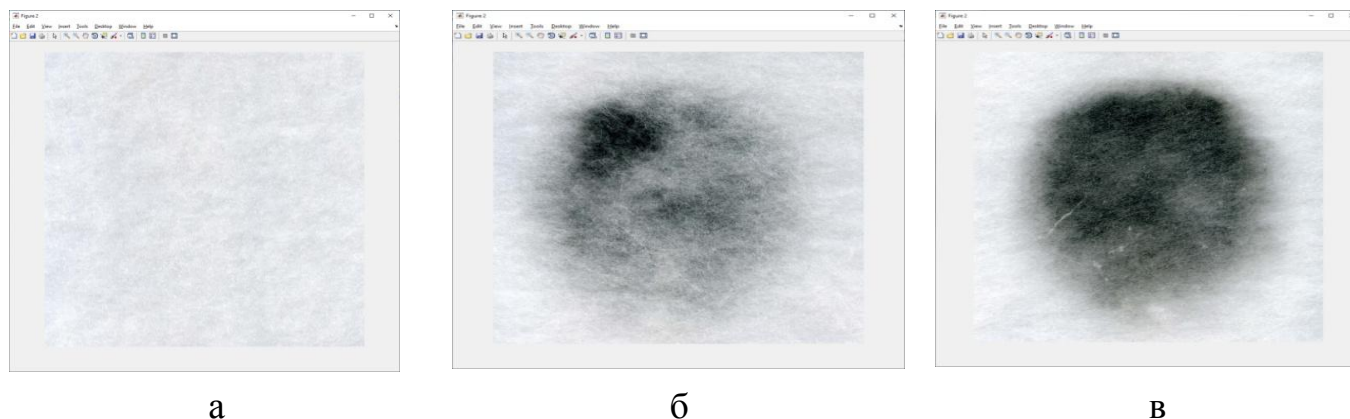


Рис. 8 – Отсканированное изображение проб

Цифровая обработка пробы заключалась в анализе гистограммы яркости, где было определено, что фон не загрязнённого образца формируется пикселями с яркостью от 187 до 255. Следовательно, изображение образца с кольматантом находится в диапазоне яркости от 0 до 186. Далее выделяли все точки с яркостью от 0 до 186.

При анализе было выявлено существенное отличие в данных загрязнений по цвету. Поэтому воспользовались количественными показателями по цвету в виде  $\Delta_T = T_H - T_B$  (абсолютный показатель) или  $\delta T = 1 - T_B/T_H$  (относительный показатель), где  $T_H, T_B$  – количество тёмных точек (пикселей) соответственно на наружной и внутренней стороне пробы.

Далее по шкале порядка устанавливали градации по показателю степени проникновения кольматанта (по абсолютной величине) на площади  $1 \text{ мм}^2$ . Усовершенствовали данный показатель с учётом того, что сторона 1 пикселя:  $25,41/600 = 0,04235 \text{ мм}$ ; а площадь 1 пикселя  $0,04235 \times 0,04235 = 0,00179 \text{ мм}^2$ . Кроме того, характер оценки загрязнённости в пикселях имеет обратную тенденцию: 0 – черный, 255 – белый). Потребитель же к оценке загрязнённости чисто психологически привык к обратной картине. Поэтому целесообразнее использовать обратную величину, а именно  $(1 - \Delta_T)$ . С целью установления уровня градации выделенного показателя перейдем к безразмерному показателю  $\Delta_\alpha = (1 - \Delta_T)/0,46$ . Значения данного показателя находятся в пределах от 0 до 1, где 0 соответствует не загрязнённому полотну, а цифра 1 самой высокой степени загрязнённости.

Для автоматизации процесса испытаний на ударную прочность разработано новое инновационное измерительное средство, на который получен патент (№ 2623839 РФ) на изобретение. Данное устройство позволило увеличить быстродейст-

вие процесса измерения прочности ГТМ при ударе в 2,5 раза и повысить информативность испытаний.

Следующей нерешенной задачей при механических испытаниях является дальнейшее развитие метода определения ГТМ на динамическое продавливание. Важность названных показателей качества, обусловлена и тем, что по полученным значениям определяют класс ГТМ, необходимый для установления его определяющей функции в дорожном полотне. Для решения данной проблемы предложено новое техническое средство, позволяющее с точки зрения получаемых метрологических характеристик более достоверно проводить испытания на динамическое продавливание ГТМ (нетканых, тканых, трикотажных), т. к. в отличие от стандартного метода по ГОСТ Р 56337-2015, измеряется не диаметр пробиваемого в пробе отверстия, а именно усилие в соответствующих единицах измерения при динамическом продавливании испытываемого материала выбранным чувствительным элементом (коническим, цилиндрическим, сферическим). Разработан рабочий макет устройства и установлены режимы испытаний.

Для тканых геотекстильных полотен относительно варианта по патенту № 2623839 предложено изменить конструкцию зажимного узла ввиду нарушения структуры испытываемого материала в пределах площади зажима и возникновения неконтролируемого прогиба испытываемого образца предложено новое техническое решение, на которое получено решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2023101511 от 25.01.2023. Достижение технического результата, заключающегося в повышении точности и достоверности процесса измерения, происходит за счет возможности регулирования открытой площади продавливания испытываемого образца в зависимости от вертикального перемещения конуса, как продавливающего элемента; в результате чего исключается неконтролируемый прогиб испытываемого образца. Также решены вопросы компьютерной автоматизации и информатизации процесса измерения на усилие продавливания.

*В шестой главе решены проблемы стандартизации и сертификации качества геотекстильных материалов.*

Предприятия текстильной и лёгкой промышленности, торговые организации и таможенные органы используют каждый свою классификацию текстильных изделий (материаловедческую, торговую, таможенную, стандартную и учетную), основанную на различных классификационных признаках. В связи с этим, торговые организации и государственные учреждения используют несколько способов кодирования текстильных изделий. Для оптимизации и унификации всех систем кодирования текстильных изделий предлагается ввести матричную форму кодирования, которая позволит увеличить число классификационных признаков и учитывать возможность наличия нескольких значений одного признака. Код текстильного изделия представим в виде матрицы размера  $m \times n$ , элементами которой являются булевы переменные:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й признак принимает значение } j, \\ 0, & \text{если } i - \text{й признак не принимает значение } j, \end{cases} \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}.$$

Далее предварительно изучили классификацию геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. Тогда, например, матричный код геотекстильного изделия, применяемого в дорожном строительстве для фильтрации и дренирования, будет представлен в виде матрицы размера  $3 \times 8$  (рис. 9). Отметим также,



что обязательным условием внешней и внутренней торговли потребительскими товарами, в том числе и текстильными изделиями, является наличие штрихового кода на самом товаре или на его упаковке. Для матрицы, представленной на рис. 18 он будет выглядеть в виде, показанным на рис. 10.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Рис. 9 – Матричный код



Рис. 10 – Двухмерный штриховой код

Проведенный анализ нормативной документации на геотекстильные материалы свидетельствует о том, что в них отсутствует комплексность и системность при формировании номенклатуры показателей качества. По этой причине при совершенствовании технических условий на геотекстильные материалы различного назначения предлагается в подразделе «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» структурировать необходимые показатели качества. В итоге был предложен расширенный и систематизированный по соответствующим группам перечень показателей качества ГТМ, необходимый для разработки соответствующих технических условий при формировании как национальных стандартов, так и стандартов организаций.

В направлении создания инновационных методов измерений показателей качества с использованием информационных технологий нами был разработан метод определения плотности прошивки (числа петель на единицу площади) для нетканых объёмных полотен, а также абсолютной плотности расположения основных и уточных нитей в тканом полотне (патент на изобретение № 2428527 РФ).

В качестве объекта исследования выбрано тканое геополотно, производимое ООО «Ультростаб». Сканирование пробы производили в отраженном свете с разрешающей способностью 300 пикселей на дюйм. В результате получали цифровое изображение, на котором выделяли область в виде квадрата и перемещали сначала в горизонтальном направлении. В результате смещения участка изображения относительно самого изображения получали два набора значений функции входного сигнала яркости изображения. По первому локальному максимуму автокорреляционной функции вычисляли число пикселей  $\lambda$ , соответствующих по яркости числу основных нитей (вертикальное направление) или числу уточных нитей (горизонтальное направление) на 1 см соответственно. Число нитей на 1 см определяется по формуле:

$$P = 300 / (\lambda \cdot 2,541). \quad (11)$$

Метод компьютерного определения плотности расположения нитей был реализован в среде MatLab.

Таким образом, для практического внедрения компьютерных методов оценки показателей качества в отделах технического контроля текстильных предприятий и испытательных центрах необходимо решить ряд задач по их национальной (производственной) стандартизации. Основные из них, на наш взгляд, следующие:

– расширение номенклатуры показателей качества показателей по отдельным видам геотекстильных материалов относительно стандартов системы показателей качества групп однородной продукции;

– формулирование общего принципа описания операций компьютерного метода измерения (формирование алгоритма измерений, установка корректности применения периферийных средств: сканеров, фотоаппаратов, принтеров и т.д.);

– необходимость обязательной защиты в рамках патентного права на изобретение и авторского права на программу для ЭВМ или базы данных;

– указать соответствующий язык программирования и необходимость представления листинга программы в приложении к стандарту или показать ссылку на сайт, с которого можно скачать данную программу;

– определить необходимость аттестации методики измерения на используемый метод компьютерного измерения и процедурные мероприятия в соответствующем аккредитованном аттестационном органе, если будут применены косвенные методы измерений контролируемого показателя качества как физической величины.

В работе рассмотрены варианты применения различного вида геополотен в композитных изделиях, а именно:

– нового композитного материала для теплоизоляции стен зданий и сооружений;

– нового листового волокнистого теплоизоляционного материала, предназначенного для теплоизоляции сложных элементов переходных форм трубопроводов горячего и холодного водоснабжения, а также теплообменного оборудования различной конфигурации;

– композитного волокнистого текстильного материала в бетонном полотне.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учётом теоретического и практического решения, и реализации поставленных в работе задач, выделены основные результаты диссертационного исследования.

1. Разработан новый обобщённый алгоритм проектирования требуемого уровня качества ГТМ, отличающийся тем, что за основу берутся функции ГТМ в строительных изделиях. Основными операциями проектирования качества являются: установление выполняемых функций ГТМ в строительном изделии; определение видов технологического воздействия на ГТМ со стороны строительного изделия; выделение определяющих свойств ГТМ; определение количественных показателей определяющих свойств ГТМ; придание количественным показателям статуса ЕПК; формирование нормативных значений ЕПК; расчёт комплексного показателя качества.

2. С использованием экспертного метода анализа иерархий установлена взаимосвязь между выполняемыми функциями геотекстильного нетканого полотна и технологическими воздействиями на них и предложены варианты формирования базы данных по видам технологического воздействия на ГТМ. В результате установлена рациональная номенклатура показателей качества нетканого ГТМ с учётом его эксплуатационной принадлежности при строительстве автомобильных дорог.

3. Предложен ряд методик установления нормативных значений: на основе статистического анализа выборочной совокупности и построения доверительного интервала с целью использования при определении нормативных значений новой продукции; на основе методов экстраполяции и интерполяции с целью расширения ассортимента линейки ГТМ; на основе корреляционно-регрессионного анализа с целью определения нормативных значений по показателям качества производимых однотипную продукцию промышленными предприятиями.

4. Для информатизации процесса проектирования качества геотекстильных материалов создана компьютерная программа, листинг которой прошел регистрацию в ФИПС (свидетельство № 2023612360 от 01.02.23).

5. Предложен новый подход и сформирован алгоритм комплексной оценки качества геотекстильных материалов на основе приоритетности групп их показателей качества.

6. Предложена методика аналитического расчёта значимости единичных показателей качества ГТМ на основе множественного регрессионного анализа, которая исключает субъективность экспертного метода.

7. Разработана методика экспертного ранжирования единичных показателей качества с использованием аппарата нечетких множеств. Преимущество использования теории нечетких множеств в том, что она предоставляет средства для работы с неопределенностью даже в тех случаях, когда имеющейся информации недостаточно, чтобы сделать статистические выводы с необходимым уровнем достоверности.

8. В качестве практического применения комплексного показателя качества разработаны следующие методики:

- методика установления конкурентной цены геосинтетического тканого полотна с учетом конкурентного потенциала предприятия-изготовителя и качества производимой им продукции, которая позволяет обеспечить дополнительный уровень конкурентоспособности геосинтетической продукции на выбранном сегменте рынка;

- методика оценки конкурентного преимущества предприятия по производству ГТМ, которая позволяет достоверно оценить его конкурентоспособность с учетом влияния следующих групп показателей: организация производства, кадровое обеспечение, сбытовая политика и финансовая политика;

- методика формирования и количественной оценки показателя конкурентоспособности ассортимента текстильного предприятия по производству геотекстильных материалов, основанная на введении нового понятия «конкурентоспособный ассортимент»;

- методика количественной оценки для формирования оптимального ассортимента промышленного предприятия по производству ГТМ, учитывающая качество производимой продукции и соответствующие затраты на обеспечение требуемого уровня;

- общая методология количественной оценки результативности основных направлений (маркетинг, производство, контроль качества продукции, управление персоналом и менеджмент управления) в деятельности промышленного предприятия по производству геотекстильных полотен, которые определены документами различного уровня СМК данного предприятия;

- определена структура затрат на обеспечение качества геотекстильной продукции, позволяющая выявить необходимые направления по уменьшению данных

затрат на все операции по обеспечению требуемого уровня качества данной продукции.

9. Так как решение проблемы развития системы и оценки качества ГТМ невозможно без решения задачи разработки новых методов и средств мониторинга параметров технологических процессов, то с этой целью определены критерии мониторинга параметров технологических процессов на этапе производства различных видов ГТМ, а также при выходном контроле их качества.

10. В соответствии с рекомендациями международных и национальных стандартов по системам менеджмента качества предложена методика определения результативности процесса производства нетканых геотекстильных полотен, которая позволяет выявить несоответствия по значениям технологических параметров данных процессов.

11. Выявлен и количественно оценён технологический параметр (перерасход нитей утка) для осуществления мониторинга процесса ткачества при производстве геосеток, позволяющий своевременно выявлять и нормализовать техническое состояние ткацкого станка. На компьютерный способ определения данного вида дефекта получен патент № 2633956 на изобретение.

12. Разработана методика цифрового исследования структурной неравномерности ватки прочеса в процессе формирования нетканого геополотна, позволяющая оценивать характеристики неравномерности по толщине продукции в секторальном и радиальном направлениях.

13. С учетом проведённых экспериментальных исследований предложено ввести новый информативный количественный показатель загрязнённости ГТМ, а именно соотношение яркостей загрязнения на наружной и внутренней сторонах материала. Данный показатель необходим для диагностики уровня загрязнённости в примененном для дренирования нетканом ГТМ для установления предельного срока его эксплуатации и своевременной замены на новый.

14. Предложено новое техническое решение для автоматизации процесса измерения на ударную прочность различных видов ГТМ, целенаправленно используемых для дорожного строительства, которое относительно метода по стандарту ГОСТ Р ИСО 13433-2014 позволяет повысить быстродействие процесса измерения в 2,5 раза. На данный метод получен патент № 2623839 на изобретение.

15. В отличие от технического средства, используемого в стандарте ГОСТ Р 56337-2015, предложено и реализованное новое техническое решение для определения усилия ГТМ при их динамическом продавливании, что позволяет расширить функциональные возможности самого процесса испытания тканых и трикотажных геополотен, а также проводить количественное оценивание дополнительных параметрических и функциональных характеристик.

16. Проанализированы функциональные возможности существующих систем классификации и кодирования текстильных изделий, в результате чего предложен и реализован способ матричного кодирования на ассортименте ГТМ. Предложен расширенный и систематизированный по соответствующим группам перечень показателей качества геотекстильных материалов, необходимый для разработки соответствующих технических условий при формировании как национальных стандартов, так и стандартов организаций. Показано, что в отличие от строительной, текстильная отрасль пока не располагает соответствующими методическими разработками по адаптации международных и национальных стандартов в области менеджмента ка-

чества применительно к специфике производства не только технического, но и бытового текстиля.

17. Показано, что для практического внедрения цифровых методов оценки показателей качества в отделах технического контроля текстильных предприятий и испытательных центрах необходимо решить ряд задач по их национальной и производственной стандартизации.

18. Предложено новое техническое решение, связанное с применением листового волокнистого теплоизоляционного материала (как композитного текстильного изделия) с использованием геотекстильных полотен, предназначенного для теплоизоляции трубопроводов со сложной конфигурацией (например, углового, радиального, торцового соединения как наиболее часто встречающихся в системах холодного и горячего водоснабжения).

## РЕКОМЕНДАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Для дальнейшего обеспечения требуемого уровня качества и конкурентоспособности производимой в Российской Федерации геотекстильной продукции необходимо:

- продолжить математическое обоснование и развитие аналитических методов проектирования и ранжирования показателей качества геотекстильных материалов для осуществления дальнейшей информатизации процессов оценивания качества продукции;

- инициировать разработку соответствующего национального стандарта на установление категории качества геотекстильных материалов;

- осуществить адаптацию международных и национальных стандартов в области менеджмента качества применительно к специфике производства не только технического, но и бытового текстиля, т.е. разработать соответствующие стандарты организаций, как это сделано в других отраслях промышленности;

- разработать стандарт организации на методику проектирования качества, на комплексную оценку качества геотекстильных материалов.

## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

*В научных изданиях, входящих в базу данных Web of Science, Scopus:*

1. Лунькова С.В. Комплексная оценка чистоты текстильных нитей / С.В. Лунькова, **М.А. Лысова**, Н.Э. Чистякова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 2. – С. 24-30.

2. Грузинцева Н.А. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов / Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, А.А. Овчинников, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 3. – С. 28-32.

3. Грузинцева Н.А. Обеспечение требуемого уровня качества геотекстильных материалов для дорожного строительства / Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Т.В. Москвитина, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – №2 – С. 19-22.

4. Кусенкова А.А. Оценка качества тканых геосеток в процессе их формирования / А.А. Кусенкова, Н.А. Коробов, **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – №5. – С. 221-225.

5. **Лысова М.А.** Установление нормативного значения для показателя прочности геосинтетических полотен на основе оценки параметров распределения / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, А.А. Кусенкова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – №2. – С. 54-57.

6. **Лысова М.А.** Ранжирование показателей качества геосинтетических материалов с применением теории нечетких множеств / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, А.А. Кусенкова, Б.Н. Гусев, Е.Н. Калинин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – №3. – С. 41-45.

7. **Лысова М.А.** Установление номенклатуры показателей качества геосинтетических нетканых полотен с учётом их эксплуатационной принадлежности / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Российский химический журнал. – 2020. – Т. 63. – № 3-4. – С. 50-54.

8. **Лысова М.А.** Определение структуры затрат на обеспечение качества геосинтетической продукции. / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, А.А. Кусенкова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 4. – С. 5-10.

9. **Лысова М.А.** Установление взаимосвязи выполняемых функций геотекстильного материала в строительном объекте с технологическими воздействиями на него / **М.А. Лысова**, Т.В. Москвитина, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 1. – С.32-37.

10. Кусенкова А.А. Создание композитного теплоизоляционного материала с применением синтетических текстильных полотен / А.А. Кусенкова, Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 6. – С. 303-307.

11. **Лысова М.А.**, Прогнозирование нормативных значений показателей качества нетканых геотекстильных полотен / **М.А. Лысова**, Т.О. Гойс, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 4. – С. 47-51.

12. **Лысова М.А.** Установление нормативных значений по показателям деформации нетканых полотен из полиэфирных волокон / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2022. – Т. 65. – Вып. 11. – С. 98-103.

13. Пухова Е.И. Определение базовых значений показателей качества конкурентоспособной геотекстильной продукции / Е.И., Пухова **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 3. – С.287-290.

14. **Лысова М.А.** Построение методики оценки результативности системы менеджмента качества предприятия по производству геотекстильных полотен / **М.А. Лысова М.А.**, Н.А. Олимпченко, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – №1. – С. 32-40.

#### ***В журналах, рекомендованных ВАК РФ:***

15. Федосов С.В. Комплексная оценка конкурентных преимуществ предприятия по производству строительных материалов / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2015. – № 3. – С. 46-51.

16. Грузинцева Н.А. Разработка методики формирования конкурентоспособного ассортимента предприятия по производству строительных материалов / Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Е.Н. Никифорова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2015. – № 6. – С. 37-42.

17. Федосов С.В. Методика оценки оптимального ассортимента предприятия по производству геотекстильных строительных материалов / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев, Т.Ю. Никитина, Е.Н. Никифорова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2015. – №10. – С. 49-55.

18. Грузинцева Н.А. Проектирование качества геотекстильных материалов для дорожного строительства / Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Т.В. Москвитина, Б.Н. Гусев // Приволжский научный журнал. – 2015. – № 3. – С. 82-88.

19. Федосов С.В. Установление приоритетности между показателями надежности геотекстильных материалов для дорожного строительства / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев // Известия вузов. Строительство. – 2016. – № 3. – С. 57-62.

20. Кусенкова А.А. Оценка уровня конкурентоспособности геосинтетических тканых полотен / Кусенкова А.А., **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Технологии и качество. – 2019. – № 1. – С.16-21.

21. Коробов Н.А. Построение методики цифрового исследования неравномерности по поверхностной плотности нетканых материалов / Н.А. Коробов, Н.А. Грузинцева, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев // Технологии и качество. – 2021. – № 2. – С. 5-10.

22. **Лысова М.А.** Унификация системы кодирования текстильных изделий / **М.А. Лысова**, Л.В. Дрягина, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Технологии и качество. – 2021. – №3. – С.24-29.

23. Сташева М.А. Особенности стандартизации методов измерения показателей качества текстильных материалов с применением информационных технологий / М.А. Сташева, Т.Н. Новосад, **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев // Международная научная конференция «Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития». – 2020. – № 6. – С.122-130.

**Монография и учебные пособия:**

24. **Лысова М.А.**, Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий (монография). – Иваново: ИГТА, 2012. – 252 с.

25. **Лысова М.А.** Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. Вероятностно-статистические модели / М.А. Лысова. - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 92 с. (учебное пособие).

26. **Лысова М.А.** Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем. Оптимизационные модели / М.А. Лысова. - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2019. – 104 с. (учебное пособие).

27. **Лысова М.А.** Численные методы / М.А. Лысова. - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2019. –92 с. (учебное пособие).

**Патенты РФ и свидетельства на программы для ЭВМ:**

28. **Лысова М.А.** Способ компьютерного определения показателей плотности прошивки (числа петель на единицу площади) махровых текстильных изделий Патент на изобретение 2428527 РФ, МПК D03D 27/00, G01B 9/00. / М.А.Лысова, Б.Н.Гусев, Н.А.Коробов – Оpubл. 10.09.2011, Бюл. № 25.

29. Грушина Ю.С. Устройство для определения сопротивления геосинтетических материалов ударной динамической нагрузке / Ю.С. Грушина, **М.А. Лысова**, А.А. Кусенкова, Н.А. Грузинцева, А.В. Иванов, Б.Н.Гусев // Пат. 2623839 Российская Федерация, МПК G01L 5/04. Оpubл. 29.06.2017. Бюл. № 19.

30. Кусенкова А.А. Способ определения перерасхода уточных нитей при изготовлении тканых геосинтетических сеток / А.А. Кусенкова, **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, А.Ю. Матрохин, Б.Н. Гусев // Патент 2633956 РФ, МПК D03D 13/00. Оpubл. 19.10.2017. Бюл. № 29.

31. **Лысова М.А.** Устройство для определения прочности геотекстильных материалов при динамическом продавливании / **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев, Н.А. Грузинцева, Н.А. Онипченко, А.В. Иванов, Г.В. Широкова // Заявка № 2023101511 от 25.01.2023.

32. **Лысова М.А.** Программа проектирования качества геотекстильных материалов / **М.А. Лысова**, В.Д. Костючек, Н.А. Онипченко, В.А. Зяблов // Свидетельство № 2023612360 от 01.02.2023.

33. **Лысова М.А.** Компьютерная программа кодирования и идентификации текстильных изделий / М.А. Лысова, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №15667 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». оpubл. 28.04.2010.

34. **Лысова М.А.** Компьютерная программа для выявления качественных характеристик продукции на основе метода анализа иерархий / М.А. Лысова, **Н.А. Грузинцева**, Б.П. Гусева // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №17088 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 16.05.2011.

35. **Лысова М.А.** Планирование качества продукции на основе потребительских запросов / М.А. Лысова, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №17107 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 26.05.2011.

**Статьи в журналах:**

36. **Лысова М.А.** Производственный мониторинг качества полимерно-волоконистых материалов / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Текстильная химия: традиции и новации – 2019. Мельниковские чтения. Сборник научных статей. Иваново. – ИГХТУ, 2019. – С. 163-167.

37. **Лысова М.А.** Развитие методологии проектирования и оценивания качества геосинтетических материалов / **М.А. Лысова**, Б.Н. Гусев, Н.А. Грузинцева // Физика волоконистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2019», 25-27 сентября 2019 года. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – С. 54-57.

38. **Лысова М.А.** Совершенствование стандартов и качество геосинтетических материалов/ **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, А.А. Кусенкова, Б.Н. Гусев // Дороги. Инновации в строительстве. – 2021. – № 91. – С.70-72.

**Материалы международных и межвузовских конференций:**

39. **Лысова М.А.** Формирование электронной базы данных дефектов внешнего вида текстильных полотен / **М.А. Лысова**, О.В. Малышева, Б.Н. Гусев // Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технологии и материаловедения швейного производства, 18 декабря 2013 г./ Костромской государственной технологической университет. – Кострома: КГТУ, 2013. – С. 128-131.

40. **Лысова М.А.** Комплексная оценка качества текстильных материалов, используемых в дорожном строительстве / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Сб. науч. трудов XI-ой Международной науч.-практич. конф. (19-21 марта 2014 года); в 4-х томах. Том 1. Юго-Зап. гос. ун-т., Курск. – 2014. –С. 196-197.

41. **Лысова М.А.** Алгоритм оценки качества геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева // Молодежь и XXI век – 2015: Материалы V Международной молодежной научной конференции (26-27 февраля 2015 года), в 3-х томах. Том 3. Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск. – 2015. – С. 128-130.

42. **Лысова М.А.** Выбор оптимального ассортимента производителя геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева, В.И. Роньжин // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты. Сборник научных статей 5-й Международной научно-практической конференции (17-18 сентября 2015 года), Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск. – 2015. – С. 101-103.

43. **Лысова М.А.** Ранжирование единичных показателей качества надежности геотекстильных материалов / **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического форума «Первые международные Косыгинские чтения» (11-12 октября 2017 года). Том 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ Им. А.Н. Косыгина». – 2017. – С. 66-69.

44. Ветрова Ю.С. Совершенствование методики ранжирования показателей качества нетканых геотекстильных материалов с использованием нечетких множеств / Ю.С. Ветрова, **М.А. Лысова** // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2018): сб. материалов межвузовской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ. – 2018. – С. 197-199.

45. Соловьева О.Н. Математическая модель оптимизации проектной ресурсоемкости дорожно-строительных работ // О.Н. Соловьева, **М.А. Лысова**, Н.А. Грузинцева // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научно-практической конференции (14 ноября 2018 года) / редкол.: Павлов Е.В. (отв. ред.); в 2-х томах, Т.2., Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга». – 2018. – С. 257-260.

Подписано в печать 28.06.2023. Формат 60×84/16. Плоская печать.

Усл. печ.л. 2,0. Уч.-изд. л. 2,0. Тираж 100 экз.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Центр печати УИРиК ФГБОУ ВО «ИВГПУ»  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21