

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»
(ИВГПУ)

На правах рукописи



ГРУЗИНЦЕВА Наталья Александровна

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Специальность:

05.02.22 – Организация производства (строительство)

Диссертация

на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор

Гусев Борис Николаевич



Иваново 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. Анализ современного состояния научных проблем при организации производства геотекстильных материалов, используемых в строительстве автомобильных дорог	18
1.1. Анализ организационной структуры промышленных предприятий строительного комплекса.....	18
1.2. Выделение составляющих конкурентоспособности промышленных предприятий и их продукции.....	20
1.3. Обоснование выбора и характеристика объектов исследования.....	27
1.4. Определение направлений совершенствования системы технического контроля процессов получения геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог.....	34
1.5. Анализ методов проектирования и оценки качества промышленной продукции строительного назначения.....	38
1.6. Анализ технического и нормативного уровня обеспечения методов в количественной оценке показателей качества геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог.....	45
1.7. Постановка научных задач диссертационного исследования.....	51
ГЛАВА 2. Формирование методологии обеспечения конкурентоспособности предприятий по производству геотекстильных материалов для дорожного строительства в рамках функционирующей системы менеджмента качества	54
2.1. Уточнение терминов и понятий в области обеспечения конкурентоспособности предприятий строительного комплекса.....	54
2.2. Разработка методики оценки конкурентного преимущества предприятия строительного комплекса.....	59

2.3. Создание методики оценки конкурентного потенциала промышленного предприятия строительного комплекса.....	72
2.4. Количественная оценка результативности СМК предприятия по производству строительных материалов.....	90
2.5. Выделение новых результатов по главе.....	108
ГЛАВА 3. Решение проблемы организации ассортиментной политики предприятия по производству строительных материалов.....	110
3.1. Формирование алгоритма по выявлению конкурентоспособного ассортимента продукции строительного назначения.....	110
3.2. Разработка методики по количественной оценке конкурентоспособного ассортимента строительной продукции с использованием информационных технологий.....	112
3.3. Формирование конкурентоспособной ассортиментной политики промышленного предприятия по производству геотекстильных материалов строительного назначения.....	124
3.4. Выделение новых результатов по главе.....	130
ГЛАВА 4. Разработка методов и информационного обеспечения проектирования требуемого уровня качества геотекстильных материалов с учетом рекомендаций специалистов в области дорожного строительства.....	131
4.1. Разработка обобщенного подхода в проектировании (прогнозировании) требуемого уровня качества геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог.....	131
4.2. Формирование базы данных по свойствам геотекстильных материалов строительного назначения.....	135
4.3. Проектирование качества геотекстильных материалов на основе требований специалистов в области дорожного строительства.....	143
4.4. Формирование штрих-кода о качестве геотекстильных материалов....	152
4.5. Выделение новых результатов по главе.....	155

ГЛАВА 5. Формирование фактического плана технологического контроля при производстве нетканого геотекстильного материала по критерию достижения высокого качества выпускаемой продукции.....	157
5.1. Разработка алгоритма формирования фактического плана контроля производства нетканых геотекстильных материалов для достижения требуемого уровня качества продукции.....	157
5.2. Формирование полного плана контроля процессов производства с соответствующей информационной поддержкой.....	159
5.3. Построение методики по определению результативности отдельного технологического процесса.....	174
5.4. Трансформирование полного плана контроля в фактический план контроля на основе преобразований прямоугольных матриц.....	178
5.5. Выделение новых результатов по главе.....	182
ГЛАВА 6. Совершенствование методов измерения и нормирования показателей качества нетканых геотекстильных материалов строительного назначения с применением информационных технологий.....	185
6.1. Определение номенклатуры показателей качества нетканых геотекстильных материалов строительного назначения.....	185
6.2. Формирование базы данных нормативных значений показателей качества нетканых геотекстильных материалов с допустимыми отклонениями.....	191
6.3. Разработка компьютерной методики оценки характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса нетканого геотекстильного материала для дорожного строительства.....	202
6.4. Автоматизация метода испытания на ударную прочность геотекстильных материалов для дорожного строительства.....	211

6.5. Повышение информативности методов оценки геотекстильных материалов на морозостойкость, стойкость к агрессивным средам и светочувствительности за счет формирования комплексного (обобщенного) показателя механических свойств.....	216
6.6. Выделение новых результатов по главе.....	219
ГЛАВА 7. Построение методики комплексной оценки качества геотекстильных материалов строительного назначения с применением информационных технологий.....	221
7.1. Формирование новой стратегии комплексной оценки качества геотекстильного материала для дорожного строительства.....	221
7.2. Построение алгоритма оценки качества геотекстильных материалов для строительства и ремонта автомобильных дорог.....	225
7.3. Разделение показателей качества геотекстильных материалов по группам назначения, надежности, эксплуатационные свойства, безопасности и экологичности.....	228
7.4. Построение обобщенной оценки качества геотекстильных материалов строительного назначения и определение уровней градации качества...	234
7.5. Разработка аналитического метода ранжирования показателей качества геотекстильных материалов для использования в дорожном строительстве.....	241
7.6. Выделение новых результатов по главе.....	247
ГЛАВА 8. Оценка качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно при строительстве автомобильных дорог и выделение затрат на обеспечение качества геосинтетической продукции.....	249
8.1. Построение алгоритма методики по оценке качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно при строительстве автомобильных дорог.....	249
8.2. Формирование обобщенного показателя для оценки качества укладки геотекстильного материала.....	252

8.3. Выделение затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетической продукции строительного назначения.....	255
8.4. Выделение рекомендаций по нормативному обеспечению процессов проектирования, мониторинга и оценки качества геотекстильных материалов строительного назначения.....	258
8.5. Выделение новых результатов по главе.....	264
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	266
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	269
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	294
Приложение 1. Проект методической инструкции «Оценка характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса».....	294
Приложение 2. Листинг компьютерной программы по автоматическому определению показателя неравномерности поверхностной плотности прочеса.....	305
Приложение 3. Проект стандарта организации «Нетканый геотекстильный материал. Методика оценки качества».....	315

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современным подходом в сфере повышения эффективности при строительстве транспортных коммуникаций является использование инновационных строительных материалов, а именно геотекстильных материалов (ГТМ). Многолетний зарубежный и отечественный опыт использования ГТМ при строительстве автомобильных дорог свидетельствует о существенном повышении долговечности дорожных конструкций, увеличении их несущей способности, рационального использования местных грунтов, которые, как правило, признавались непригодными для возведения земляного полотна. Использование ГТМ в дорожной отрасли позволяет значительно уменьшить расход традиционных строительных материалов и изделий из них (песка, щебня, гравия, бетона) икратно увеличить срок службы дорожной одежды. Высокопроизводительная технология изготовления ГТМ (в том числе из отходов химического производства), их низкая стоимость, удобная форма поставки, простота применения, достаточно высокая прочность в сочетании со стойкостью к различного рода агрессивным воздействиям привлекают внимание специалистов в области дорожного строительства. В связи с этим в последнее время государство все больше внимания уделяет предприятиям по производству строительных материалов, входящим в отечественный строительный комплекс.

Следует отметить, что предприятия, выпускающие строительные материалы, являются важным звеном в цепочке предприятий строительной отрасли. От качества производимой ими продукции во многом зависит функциональность и безопасность возводимых строительных объектов. В условиях жесткой конкуренции, существующей между производителями строительных материалов (как на внутреннем, так и на внешнем рынке), предприятия вынуждены искать все новые пути для выпуска высококачественной продукции с одновременным снижением издержек, связанных с их стоимостью. По этой причине возникает необходимость разработки научно-методического обеспечения организации производства строи-

тельных (геотекстильных) материалов для дорожного строительства в следующих направлениях:

- выделение и анализ составляющих конкурентоспособности промышленного предприятия строительного комплекса;
- планирование, проектирование и оценка качества выпускаемых строительных материалов;
- организация мониторинга технологических процессов и контроля качества формируемой промышленным предприятием продукции строительного назначения;
- обеспечение качества дорожных работ за счет использования инновационных строительных материалов.

Степень разработанности темы исследования. Методологические основы организации строительного производства заложены в трудах отечественных ученых (Болотин С.А., Глухов В.С., Грабовой П.Г., Дикман Л.Г., Мищенко В.Я., Николаев С.В., Носов В.П., Поспелов П.И., Овсянникова Т.Ю., Хрусталева Б.Б. и Цай Т.Н.). Системный подход к проектированию, мониторингу и оценке качества продукции обоснован в трудах как российских (Гусев Б.Н., Коробов Н.А., Логанина В.И., Матрохин А.Ю., Федосов С.В., Шустов Ю.С.), так и зарубежных ученых (Иберла К., Кумэ Х., Хофман Д.). Отдельные вопросы организации производства высококачественной продукции, а также конкурентоспособности промышленного предприятия рассмотрены в трудах Беркович М.И., Немирова А.Л., Непомилуева В.В., Петрухина А.Б., Резника С.Д., Фатхутдинова Р.А. и Филимоновой Н.М. Научные основы унификации, стандартизации и гармонизации нормативных документов на производство нетканых геосинтетических материалов заложены в трудах Киселева М.В., Мухамеджманова Г.Г., Трещалина М.Ю. и Хамматовой В.В.

Проведенный анализ научно-исследовательских работ по обозначенной тематике получил дальнейшее развитие в диссертационном исследовании в виде теоретических и практических разработок. Основное внимание было уделено нерешенным проблемам в следующих направлениях: разработка методологических

и системотехнических принципов организации производства высококачественных геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве; создание и применение методов и средств мониторинга качества производимой строительной продукции; исследование и анализ различных организационных и технологических решений на всех уровнях процессов создания высококачественной продукции строительного назначения; проектирование и оценка качества геотекстильных материалов с использованием информационных технологий; измерение и нормирование показателей качества геотекстильных материалов для дорожного строительства; оценка качества отдельных этапов работ при текущем и капитальном ремонте, а также строительстве автомобильных дорог.

Цель и задачи исследования. *Целью диссертационного исследования* является разработка методологического обеспечения (комплекса научно обоснованных методик, алгоритмов и средств информатизации) на необходимых стадиях организации производства конкурентоспособных строительных (геотекстильных) материалов, применяемых в дорожном строительстве, что в итоге гарантирует высокое качество строительства с целью обеспечения безопасности при эксплуатации автомобильных дорог.

Для реализации данной цели поставлены следующие *задачи диссертационного исследования*:

- построить адаптивную систему принятия решений для оценки эффективности процессов планирования и производства высококачественных геотекстильных материалов для дорожного строительства;

- разработать методологический подход к количественной оценке уровня конкурентоспособности предприятий по производству геотекстильных материалов, применяемых в дорожном строительстве;

- сформировать концепцию ассортиментной политики предприятия для организации производства и оценки конкурентоспособной продукции строительного назначения для дорожного строительства;

- разработать метод проектирования необходимого уровня качества геотекстильных материалов на основе требований специалистов в области дорожного строительства с использованием информационных технологий;

- выработать и реализовать стратегию формирования фактического плана технологического контроля производства продукции строительного назначения с точки зрения критерия достижения требуемого уровня качества выпускаемой продукции;

- усовершенствовать методы измерения отдельных показателей качества нетканых геотекстильных материалов для дорожного строительства как в процессе их производства, так и для готовой продукции, с использованием информационной поддержки;

- сформировать новый подход в области оценки качества строительной продукции (геотекстильных материалов) с использованием методов квалиметрии и информационных технологий;

- разработать методику формирования и ранжирования номенклатуры показателей качества с учётом условий эксплуатации нетканых геотекстильных материалов в дорожном строительстве;

- определить методы установления нормативных (базовых) значений, а также усовершенствовать экспертные и аналитические методы ранжирования единичных показателей качества строительных материалов;

- разработать методику по оценке качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно при текущем и капитальном ремонте, строительстве автомобильных дорог;

- сформировать рекомендации по нормативному обеспечению процессов проектирования, мониторинга и оценки качества с учетом выделения затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетической продукции строительного назначения, используемой в дорожном строительстве.

Объектом исследования являются отечественные промышленные предприятия, производящие геотекстильные материалы для дорожного строительства.

Предметом исследования является организация производства геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве.

Научная новизна исследования связана с постановкой и решением проблемы по разработке методологического и информационного обеспечения организации производства геотекстильных материалов для дорожного строительства, которая включает следующее:

1. Построение на основе принципа декомпозиции адаптивной системы принятия решений, опирающейся на согласованные квалиметрические критерии оценки эффективности процессов планирования и производства высококачественных строительных материалов для дорожного строительства.

2. Разработку алгоритмов и новых методик оценки конкурентоспособности промышленного предприятия, производящего строительные (геотекстильные) материалы, которые включают в себя количественную оценку конкурентного преимущества, потенциала и результативности системы менеджмента качества (СМК). При оценке конкурентоспособности промышленного предприятия также предложено ввести понятие «конкурентный ассортимент», осуществить его декомпозицию на отдельные свойства и создать методику расчета определяющих показателей.

3. Детализированную методику и программное обеспечение проектирования качества строительных (геотекстильных) материалов, используемых при текущем, капитальном ремонте и строительстве автомобильных дорог на основании требований специалистов в области дорожного строительства.

4. Формирование фактического плана контроля параметров технологических процессов производства нетканых геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве, на основе оптимизации полного плана контроля. С целью повышения качества и эффективности выполнения отдельных операций фактического плана контроля разработана методика для определения технологической результативности процесса формирования полуфабрикатов геотекстильного материала строительного назначения.

5. Новый подход при формировании номенклатуры показателей качества геотекстильной продукции, используемой в дорожном строительстве. В рамках данного подхода разработаны методы корректировки и установления нормативных (базовых) значений показателей качества ГТМ на основе теоретических положений ряда предпочтительных чисел и параметров закона распределения экспериментальных данных.

6. Усовершенствование ряда методов количественной оценки показателей качества полуфабрикатов и готовой геотекстильной продукции. В частности, создан экспресс-метод контроля характеристик неравномерности поверхностной плотности полуфабриката строительных ГТМ, включающий операции получения цифрового изображения пробы, его бинаризации и фиксации результата оценки изменения структурных характеристик как в радиальном, так и в секториальном направлениях.

7. Разработку новой методологии комплексной оценки качества геотекстильных материалов для дорожного строительства с использованием методов квалиметрии. В рамках новой методологии предложен аналитический метод определения коэффициентов весомости показателей качества продукции строительного назначения, устраняющий недостатки и субъективизм экспертных методов ранжирования.

8. Создание методики и программного обеспечения для оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно при текущем, капитальном ремонте и строительстве автомобильных дорог.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в построении научно обоснованного методологического обеспечения организации производства геотекстильных материалов для дорожного строительства. Базисным элементом является использование квалиметрического подхода в комплексной оценке и в мониторинге процессов производства, определении качественных и количественных показателей строительных ГТМ.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе сформулированных теоретических положений разработаны конкретные решения для

практического использования при производстве и эксплуатации строительных (геотекстильных) материалов, а именно: методика проектирования требуемого уровня качества ГТМ с учетом рекомендаций специалистов в области дорожного строительства; методика оценки конкурентоспособности промышленных предприятий, производящих ГТМ для дорожного строительства; методика определения результативности технологических процессов, которая позволяет выявлять несоответствия в отдельных производственных процессах изготовления ГТМ с целью своевременного их устранения; компьютерная методика оценки показателей качества ГТМ строительного назначения; автоматизированный метод испытания механических свойств ГТМ, используемых в дорожном строительстве; методика комплексной оценки качества ГТМ строительного назначения; методика оценки качества укладки ГТМ в земляное полотно, которая является инструментом контроля при сдаче-приемке выполненных дорожных работ (текущий и капитальный ремонт, строительство автомобильных дорог).

Методология и методы исследования включают системотехнику строительства, системный анализ и проектирование, функциональное и имитационное моделирование, информационные технологии, методы математической статистики, положения теории организации строительного производства; используются труды, исследования, публикации российских и зарубежных авторов в области совершенствования объектов и процессов организации производства инновационных строительных материалов.

Положения, выносимые на защиту:

- адаптивная система принятия решений, опирающаяся на согласованные квалиметрические критерии оценки эффективности процессов планирования и производства высококачественных строительных материалов для дорожного строительства;
- алгоритмы и новые методики оценки конкурентоспособности промышленного предприятия, производящего ГТМ строительного назначения;
- новое понятие и соответствующая количественная оценка «конкурентоспособного ассортимента» продукции строительного назначения;

- методика и программное обеспечение проектирования качества строительных (геотекстильных) материалов на основании требований специалистов в области дорожного строительства;

- формирование фактического плана технологического контроля для достижения требуемого уровня качества продукции, используемой в дорожном строительстве;

- формирование рациональной номенклатуры показателей качества ГТМ строительного назначения, а также методы корректировки и установления их нормативных (базовых) значений на основе теоретических положений ряда предпочтительных чисел и параметров закона распределения экспериментальных данных;

- новые методы количественной оценки показателей качества ГТМ строительного назначения, где, в частности, на этапе формирования полуфабрикатов, предлагается экспресс-метод контроля характеристик неравномерности поверхностной плотности, включающий операции получения цифрового изображения пробы, его бинаризации и фиксации результата оценки изменения структурных характеристик как в радиальном, так и в секториальном направлениях;

- методология комплексной оценки качества ГТМ для дорожного строительства с использованием методов квалиметрии;

- методика и программное обеспечение для оценки качества укладки ГТМ в земляное полотно при текущем, капитальном ремонте и строительстве автомобильных дорог.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Достоверность результатов обеспечена применением основных методов системного подхода, методов проектирования функциональных систем, методов математического моделирования, сопоставления результатов функционального моделирования с практическими результатами.

Основные результаты, выводы и положения диссертационного исследования докладывались на международных, российских и региональных научных конференциях и семинарах, в том числе: Международной научно-технической

конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности («Прогресс» - 2007, 2012, 2013)», (Иваново, 2007, 2012, 2013); IV Международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Орел, 2007); Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития агропродовольственного рынка и повышения конкурентоспособности регионального АПК» (Мичуринск, 2008); Международной научно-технической конференции «Современные наукоемкие инновационные технологии развития промышленности региона (Лен-2014)», (Кострома, 2014); XI Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (Курск, 2014); V Международной научной конференции «Молодежь и XXI век – 2015» (Курск, 2015); Международной научно-практической конференции «Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики» (Курск, 2015); XII Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (Курск, 2015); V Международной научно-практической конференции «Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты» (Курск, 2015); Международной научно-практической конференции «Товарный менеджмент: экономический, логический и маркетинговый аспекты» (Воронеж, 2016); XIX Международном научно-практическом форуме «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (Иваново, 2016).

Внедрение результатов исследования осуществлялось на промышленных предприятиях, а также в ИВГПУ. Методологические положения были использованы в практической деятельности ЗАО «Дон-Текс» (г. Шахты, Ростовская область) при реализации методологии проектирования конкурентоспособности продукции с применением информационных технологий. Для ООО «Рослан» (г. Иваново) разработана методика комплексной оценки результативности технологической цепочки производства нетканых геотекстильных материалов, используемых

в дорожном строительстве. Методические результаты по комплексной оценке конкурентоспособности были востребованы на промышленных предприятиях Республики Чувашия: ООО «Яхтинг», ООО «ОВАС» и ООО «ЧТФ» (г. Чебоксары). Методика по оценке качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно при строительстве автомобильных дорог была апробирована управлением организации дорожной деятельности Департамента дорожного хозяйства и транспорта Ивановской области. Для ООО "НИПРОМТЕКС" (г. Железногорск, Курская область) разработан стандарт организации для оценки качества выпускаемых на данном предприятии нетканых геотекстильных материалов, применяемых в дорожном строительстве.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс подготовки бакалавров и магистров по направлениям: 27.03.02 «Управление качеством», профиль «Управление качеством в производственно-технологических системах» и 27.04.02 «Управление качеством», магистерская программа «Управление качеством в производственно-технологических комплексах».

Разработанное методологическое обеспечение организации производства строительных (геотекстильных) материалов, используемых в дорожном строительстве, внесло весомый вклад в развитие научной школы Ивановского государственного политехнического университета «Развитие теории и практики организации строительного производства». Методологические результаты были использованы в научно-исследовательских работах, выполненных: в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук и их руководителей (МК-3501.2008.6) по теме «Разработка современной методологии проектирования конкурентоспособности потребительских товаров с использованием информационных технологий»; в работе по проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (№11.1898.2014/К) по теме «Разработка научно-технических основ технологии наноструктурной модификации полимерно-неорганических композиционных материалов для легкой промышленности и строительной индустрии»; при написании НИР в рамках гранта ректора ИВГПУ.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликованы две монографии, одно учебное пособие и 55 научных работ, в том числе 25 работ в ведущих российских периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения, списка использованной литературы (251 наименование), приложений. Диссертация содержит 336 страниц основного текста, 63 рисунка, 89 таблиц, три приложения.

Содержание диссертации соответствует п. 3 (Разработка методов и средств информатизации и компьютеризации производственных процессов, их документального обеспечения на всех стадиях), **п. 5** (Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем. Повышение качества и конкурентоспособности продукции, системы контроля качества и сертификации продукции. Системы качества и экологичности предприятий), **п. 10** (Разработка методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов) **Паспорта специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство).**

**ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ
НАУЧНЫХ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**1.1. Анализ организационной структуры
промышленных предприятий строительного комплекса**

Строительство является одним из видов производства, материальный результат которого заключается в создании, реконструкции, реставрации и техническом перевооружении недвижимых объектов, к которым относятся здания, сооружения и инженерные системы [1]. В свою очередь, под строительным комплексом понимают управляемую систему, являющую собой совокупность отраслей, подотраслей, производств и организаций, характеризующуюся тесными устойчивыми экономическими, организационными, техническими и технологическими связями [2]. Разновидности производств и организаций, входящих в строительный комплекс, представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Разновидность строительных организаций, входящий в строительный комплекс, сгруппированных на основе [1]

Классификационный признак	Наименование
1	2
1. По видам выполняемых работ	1.1. Общестроительные; 1.2. Специализированные; 1.3. Ремонтно-строительные
2. По видам возводимых объектов	2.1. Жилищное строительство; 2.2. Дорожное строительство; 2.3. Строительство транспортных сооружений; 2.4. Строительство и обустройство объектов нефтегазодобывающего комплекса и т.д.

1	2
3. По контрольно-разрешительным функциям	3.1. Организации, осуществляющие контроль над соблюдением требований строительных норм и правил, лицензирование проектно-строительной деятельности, экспертизу проектно-сметной документации, сертификацию строительных материалов и конструкций; 3.2. Научно-исследовательские организации; 3.3. Архитектурно-проектные и проектно-изыскательские организации; 3.4. Предприятия по производству строительных материалов, изделий и конструкций; 3.5. Предприятия по эксплуатации и техническому обслуживанию строительных машин и оборудования; 3.6. Строительно-монтажные организации
4. По характеру договорных отношений (контракту)	4.1. Генподрядные; 4.2. Субподрядные
5. По виду выполняемой работы	5.1. Общестроительные; 5.2. Специализированные
6. По видам строительства	6.1. Промышленные; 6.2. Жилищно-гражданские; 6.3. Транспортные; 6.4. Сельскохозяйственные и др.
7. По району деятельности	7.1. Трест-площадка; 7.2. Городского типа; 7.3. Территориальные
8. По размерам организации	8.1. Крупные; 8.2. Средние; 8.3. Малые

В табл. 1.1 показано, что по видам возводимых объектов выделено, в том числе, и «Дорожное строительство» [3], которое в настоящее время является крупнейшей отраслью строительства [4]. Кроме этого по контрольно-разрешительным функциям отдельно выделяются предприятия по производству строительных материалов, изделий и конструкций [5]. В целом взаимосвязь предприятий строительного комплекса выглядит следующим образом (см. рис. 1.1).

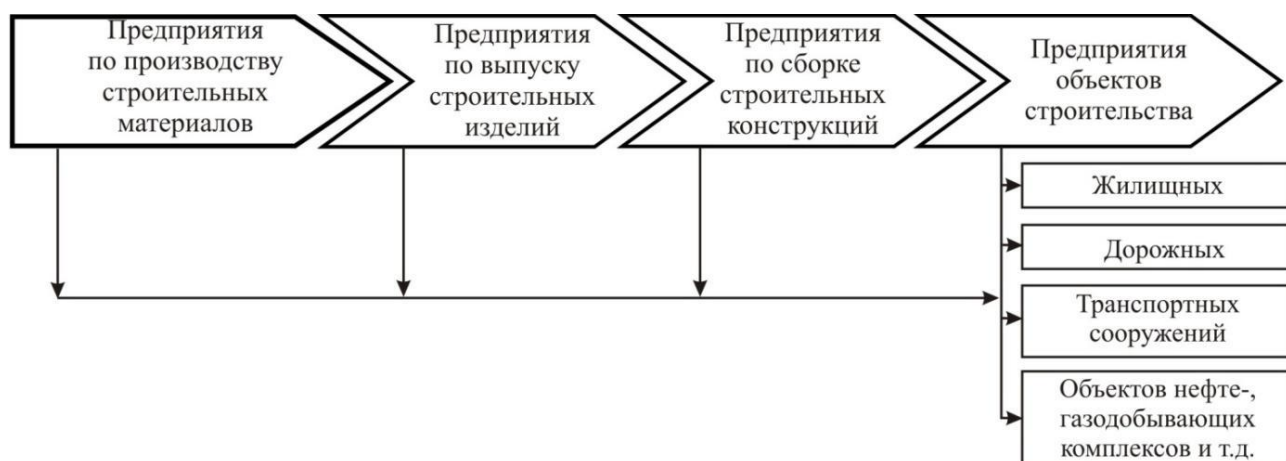


Рис. 1.1 – Структурная взаимосвязь предприятий строительного комплекса

Таким образом, предприятия по производству строительных материалов являются первыми в цепочке предприятий строительного комплекса и отвечают на данном этапе за качество и безопасность возводимых объектов. В настоящее время рынок по производству строительных материалов перенасыщен [4], и по этой причине успешно функционируют те предприятия, которые обладают конкурентными преимуществами и выпускают высококачественную продукцию.

1.2. Выделение составляющих конкурентоспособности промышленных предприятий и их продукции

В ежегодном послании Президента России Федеральному собранию Глава государства подводит основные итоги за прошедший период, и формирует приоритетные задачи, диктуемые современными внешними и внутренними проблемами, которые необходимо решить Правительству РФ в ближайшей перспективе. В своем последнем послании президент Российской Федерации В.В. Путин отметил: «...Конкурентоспособность российских предприятий, будет напрямую зависеть от того, смогут ли они выпускать в достаточных объемах продукцию, не уступающую по качеству и цене зарубежной. При этом, важно обеспечить выход конкурентной продукции на внешние рынки, наращивать не только поставки сырья, но и конечной продукции машиностроения, станкостроения и других отрас-

лей...» [6]. В связи с этим необходимо отметить, что проблема повышения конкурентоспособности промышленных предприятий и выпускаемой ими продукции является актуальной и приоритетной задачей.

В рамках научного и практического решения данной проблемы предварительно уточним само понятие «конкурентоспособность», как сложного свойства, которое является оценочной категорией и составляет базу по другим сложным свойствам в зависимости от объекта оценки [7]. Объектами оценки конкурентоспособности являются как сами промышленные предприятия, так и их производимая продукция (товары, услуги).

Под конструкцией «конкурентоспособность промышленного предприятия» понимают наличие совокупности его основных составляющих. Для выявления основных составляющих конкурентоспособности промышленного предприятия был проведен анализ научной литературы, результаты которого представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Составляющие конкурентоспособности промышленного предприятия

Источник публикации	Маркетинговая стратегия	Менеджмент организации	Внедрение инновационных технологий и материалов	Качество производимой продукции и оказываемых услуг	Использование современных ресурсосберегающих технологий в производстве	Финансовая стратегия	Рациональная организация производственных процессов	Ассортиментная политика	Сервисное обслуживание	Высококвалифицированный персонал	Выход на внутренний и внешний рынки	Инвестиционная привлекательность	Имидж (рейтинг) предприятия	Дилерская сеть	Патентно-правовая защита продукции	Конкурентоспособность производимой продукции на рынке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Фатхутдинов Р.А. [8]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
Минько Э.В., Кричевский М.Л. [9]						+				+						
Егорова Л.С., Макарычев А.А. [10]	+	+		+	+	+	+	+	+				+			+
Баумгартен Л.В. [11]			+	+		+	+	+	+				+	+		
Сабецкая Г.Р. [12]	+				+	+	+			+	+					+
Еремин В.Н. [13]	+					+	+	+		+						+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Самочкин В.Н. [14]	+			+		+		+	+	+		+				+
Целикова Л.В. [15]		+				+		+	+	+			+			+
Максимова И.В. [16]	+					+	+	+								+
Гайнанов Д.А., Гузаирова Г.Р. [17]	+					+		+	+							+
Кротова А.М., Еленева Ю.Я. [18]		+				+						+				+
Михеева С.В. [19]		+		+			+	+					+			
Пименов В., Березин В. [20]				+	+	+					+					
Боровских Н. [21]	+	+		+	+		+	+		+		+				+
Каплина О., Зайченко Д. [22]	+					+	+	+		+						
Философова Т.Г. [23]	+			+		+			+		+					+
Брулёв Е.С. [24]			+	+	+		+		+	+	+	+				
Морозова Т.С. [25]	+		+		+	+	+	+				+				+

Таблица 1.3 - Составляющие конкурентоспособности промышленной продукции

Источник публикации	Качество	Цена (экономичность)	Сервисное обслуживание	Запросы на эксплуатацию	Подлинность (товарный знак)	Безопасность	Новизна	Внешнее оформление	Информативность	Маркетинговое окружение (реклама, сбыт и т.п.)	Упаковка	Патентно-правовая защита	Имидж фирмы	Наличие СМК на предприятии	Оптимальный ассортимент
Фатхутдинов Р.А. [8]	+	+	+	+									+		
Лифиц И.М. [26]	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
Минько Э.В., Кричевский М.Л. [9]	+	+							+						
Еремин В.Н. [13]	+	+		+						+					+
Гурков И.Б., Титова Н.Л. [27]	+	+	+							+					+
Багиев Г.Л. [28]	+	+	+							+					+
Сабецкая Г.Р. [12]	+	+	+		+		+	+		+	+				+
Акулич М.В. [29]	+	+	+												
Воронов А.А. [30]	+	+			+										
Лобанов М.М., Осипов Ю.М. [31]	+	+		+											
Фасхиев Х.А., Гусева А.А. [32]	+	+	+												
Печенкин А., Фомин В. [33]	+	+		+		+		+		+		+			+
Гребнев Е.Т., Новиков Д.Т., Захаров А.Н. [34]	+	+													
Горфинкель В.Я., Швандар В.А. [35]	+	+	+							+					+
Носова М.Ю. [36]	+	+	+			+		+	+	+			+		+
Сучков Д.В. [37]	+	+	+									+		+	+

На основании информации, приведенной в табл. 1.2 выделяли наиболее часто упоминаемые в литературе составляющие, обеспечивающие высокую конкурентоспособность предприятия, а именно: эффективный менеджмент предприятия; грамотные финансовая и маркетинговая стратегии; использование при производстве продукции инновационных технологий и материалов; качество производимой продукции и оказываемых услуг; рациональная организация производственных процессов; конкурентоспособная ассортиментная политика; наличие высококвалифицированного персонала; конкурентоспособность производимой продукции на рынке.

В свою очередь, понятие «конкурентоспособность потребительской продукции» можно также трактовать как сложное свойство, содержащие свойства более низкого уровня и необходимые потребителю этой продукции.

Для выявления свойств нижнего уровня, входящих в понятие «конкурентоспособность продукции», осуществлен дополнительный анализ предложений из различных научных источников (см. табл. 1.3).

На основании анализа информации, приведенной в табл. 1.3, составляющими конкурентоспособности потребительской продукции являются: качество; цена (экономичность); сервисное обслуживание; оптимальный ассортимент; маркетинговое окружение (реклама, сбыт и т.п.).

Таким образом, понятие «Конкурентоспособность продукции» также можно считать сложным оценочным свойством, включающим свойства нижнего уровня.

База данных по сложным свойствам может быть достаточно ёмкой, но её необходимо условно разделить на три группы, а именно: оценочные, функциональные и предметные свойства (см. табл. 1.4).

Таблица 1.4 – База данных сложных свойств

Свойства для оценки деятельности предприятия	Группа свойств продукции	
	Функциональные [38]	Предметные [39]
Конкурентоспособность	Назначения	Морфологические
Результативность	Надежности	Геометрические
Эффективность	Ресурсоемкости	Структурные
Целенаправленность	Эргономичности	Механические
Динамичность	Эстетичности	Физические
Устойчивость	Технологичности	Химические
Новационность	Транспортабельности	Биологические
	Стандартизации и унификации	
	Патентоспособности	
	Экологичности	
	Безопасности	

Таким образом, для обеспечения конкурентоспособности промышленных предприятий необходимо делать акцент на решение следующих проблем:

- обеспечение выпуска конкурентоспособной продукции;
- формирование конкурентоспособного ассортимента производимой продукции;
- установление своего конкурентного преимущества и потенциала;
- совершенствование системы технологического контроля качества продукции.

В свою очередь, выпуск конкурентоспособной продукции связан с решением проблем:

- планирования и проектирования требуемого уровня качества продукции;
- формирования оптимальной номенклатуры показателей качества продукции и установления их нормативных (базовых) значений;
- совершенствования методов и средств оценки показателей качества продукции;
- создания современной методологии по комплексной оценке качества продукции.

1.3. Обоснование выбора и характеристика объектов исследования

В качестве объекта исследования выбраны отечественные промышленные предприятия производящие геотекстильные материалы, используемые при ремонте и строительстве автомобильных дорог.

Геотекстильные материалы (ГТМ) входят в группу геосинтетических материалов (ГСМ) [4], главными преимуществами которых являются: улучшение технологических процессов, сокращение сроков строительства, повышение долговечности возводимых объектов, возможность строительства в сложных геологических условиях, в которых применение традиционных методов работы либо экономически нецелесообразно, либо физически невозможно. Область применения ГСМ с каждым годом расширяется. Использование их только в дорожной отрасли позволяет уменьшить расход традиционных строительных материалов и изделий из них (песка, щебня, гравия, бетона) икратно увеличить срок службы дорожной одежды.

Российский рынок геосинтетиков и геотекстиля продолжает расти стремительными темпами. На долю дорожного строительства (рис. 1.2) приходится основная часть объемов выпуска ГСМ, при этом они все активнее внедряются в гражданское, ландшафтное, гидротехническое и промышленное строительство.

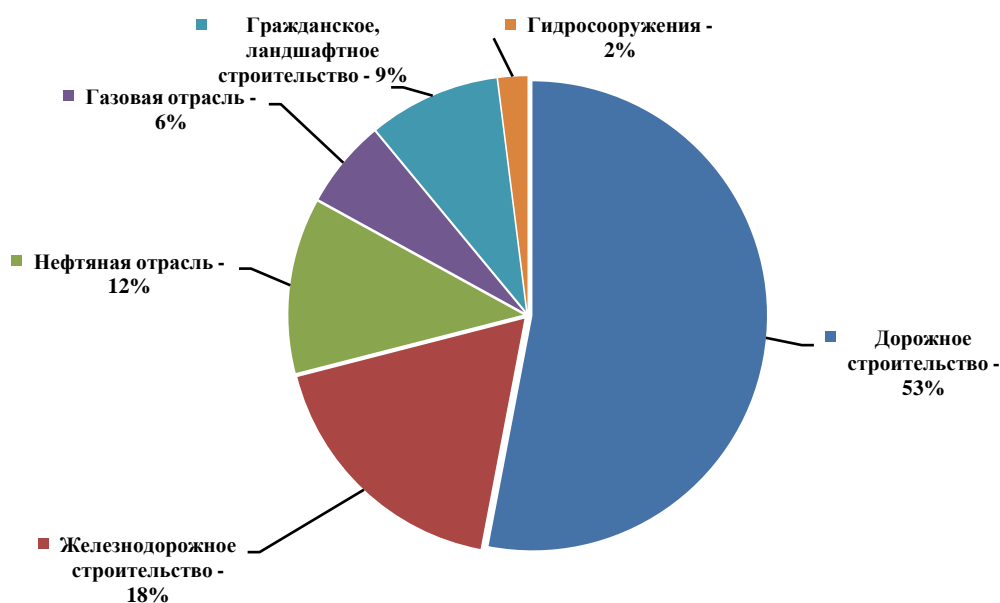


Рис. 1.2 – Области применения ГСМ

Строительство и ремонт автомобильных дорог в России являются приоритетными задачами государства, а емкость этого рынка обусловлена огромной территорией страны. Согласно комплексной программе развития транспортной системы России, к 2030 году запланировано отремонтировать более 600 тыс. км. федеральных, региональных и муниципальных дорог и построить 20 тыс. км. современных автомобильных дорог, включая придорожную инфраструктуру, что практически не возможно без применения ГСМ.

Так, по разным экспертным оценкам и источникам информации ежегодный мировой рост ГСМ составляет 5%, а ежегодный прирост потребления ГСМ в России и странах Таможенного союза составляет около 10%, что вдвое выше общемировых показателей. При этом в мире производится более 400 типов, видов и структур ГСМ, удовлетворяющих все потребности в различных отраслях экономики.

В силу сложившейся внешней политической ситуации в российской экономике наблюдаются негативные тенденции снижения производства геосинтетических материалов. Сложившаяся ситуация уже отразилась на рынке ГСМ повышением стоимости сырья и, как следствие, конечных продуктов, финансировании ряда дорожных, нефтегазовых и других проектов. При сохранении негативных внешних условий инерционный сценарий развития рынка ГСМ несёт значительные риски, поэтому необходимо в полной мере использовать научный потенциал соответствующих отраслей для повышения общей эффективности производства и использования геосинтетики. Другими словами, применение ГСМ в строительстве является одной из антикризисных мер, направленных на экономию бюджетных денежных средств, а также на поддержание состояния автомобильных дорог на высоком уровне в течение всего срока эксплуатации.

За последние годы в практике производства и применения геоматериалов произошли существенные изменения. Появились новые предприятия, оснащенные высокопроизводительным оборудованием, способным выпускать материалы шириной от 3,3 до 6,0 м. Расширились области применения и ассортимент, в том числе тканых и полимерных материалов. Улучшилось качество ГСМ, они стали

конкуренентоспособными не только на российском рынке, но и в странах Таможенного союза, зачастую не уступают западноевропейским аналогам. Появились новые способы и технологии производства ГСМ с использованием первичного и вторичного сырья: полипропилена (ПП), полиэфира (ПЭ), полиэтилена (ПЭ), полиамида (ПА) и др.

Использование геотекстиля обусловлено наметившимися в последние десятилетия тенденциями, связанными с повышением темпов работ и капитальности сооружений в связи с возросшими нагрузками, стремлением увеличить долговечность конструкций, а также необходимостью прокладывания лесных дорог в сложных грунтовых условиях.

В табл. 1.5 приведена классификация автомобильных дорог, где для строительства, капитального ремонта и ремонта применяется геотекстильный материал [40].

Таблица 1.5 - Классификация автомобильных дорог

Класс	Характеристика	Категория
Автомагистраль	- имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой; - не имеющие пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками; - доступ на которые возможен только через пересечения в разных уровнях, устроенных не чаще через 5 км друг от друга	IA
Скоростная дорога	- имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой; - не имеющие пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками; - доступ на которые возможен через пересечения в разных уровнях и примыкания в одном уровне (без пересечения потоков прямого направления), устроенных не чаще, чем через 3 км друг от друга	IB
Дорога обычного типа (нескоростная дорога)	- имеющие единую проезжую часть или с центральной разделительной полосой; - доступ на которые возможен через пересечения и примыкания в разных и одном уровне, расположенные для дорог категорий IB, II, III не чаще, чем через 600 м, для дорог категории IV не чаще, чем через 100 м, категории V–50 м друг от друга	IV, II, III, IV, V

Повышенное внимание к ГТМ в отдельных регионах РФ связано с тем, что в Ивановской области планируется строительство комбината по производству полиэтилентерефталата (ПЭТФ) текстильного назначения с полным производственным циклом [41].

При формировании дорожного и земляного полотна, в зависимости от необходимых функций, используются различные виды геотекстильных материалов.

В табл. 1.6. проведен анализ применения геотекстильных материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог [42].

Производственной базой диссертационного исследования были выбраны отечественные промышленные предприятия, производящие ГТМ. Основные практические результаты и натурные исследования проводились на промышленном предприятии ООО «НИПРОМТЕКС» (г. Железногорск, Курская область) [43]. Данное предприятие работает на российском рынке с 1995 года и является крупным производителем нетканых материалов, тканей и швейных изделий в Центральном Черноземном регионе. В состав предприятия входят три производства, объединенных общей инфраструктурой: комплекс подготовительного и ткацко-отделочного цехов, производство объемных нетканых материалов, швейное производство. Ассортимент выпускаемой продукции приведен в табл. 1.7.

Таблица 1.6 - Применение геотекстильных материалов в дорожном строительстве

Функции ГТМ	Дорожная одежда			Земляное полотно					
	покрытие	основание дорожной одежды	дополнительные слои	рабочий слой	тело насыпи	основание насыпи	основание выемки	откосы насыпи	дренажные конструкции
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Армирование	Георешетки тканые Георешетки вязаные Георешетки нетканые	Георешетки тканые Георешетки вязаные	Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна тканые Геополотна вязаные Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна тканые Геополотна вязаные Георешетки тканые Георешетки вязаные Геооболочки	Геополотна тканые Геополотна вязаные Георешетки тканые Георешетки вязаные Геооболочки	Геополотна тканые Геополотна вязаные Георешетки тканые Георешетки вязаные Геооболочки	Геополотна вязаные Георешетки тканые Георешетки вязаные Тканые геоматы Вязаные геоматы Геооболочки Геополосы тканые	-
Разделение	-	Геополотна нетканые Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна нетканые Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна нетканые Тканые георешетки Вязаные георешетки	Геополотна нетканые Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна нетканые Георешетки тканые Георешетки вязаные	Геополотна нетканые Георешетки тканые Георешетки вязаные	-	Геополотна нетканые
Фильтрация	-	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые Геополотна вязаные	Геополотна нетканые Геополотна вязаные	Геополотна нетканые Геополотна вязаные	Геополотна нетканые Геополотна вязаные	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дренажное	-	-	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые
Борьба с эрозией	-	-	-	-	-	-	-	Геосетки вязаные Геосетки плетеные Геополотна нетканые Геоматы тканые Геоматы вязаные Геоматы нетканые Геоматы плетеные	Геополотна нетканые Геоматы тканые Геоматы вязаные Геоматы нетканые Геоматы плетеные
Теплоизоляция	-	-	-	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	Геополотна нетканые	-
Защита	-	-	-	-	-	-	-	-	Геополотна тканые Геополотна вязаные Геополотна нетканые

Таблица 1.7 – Доля ассортимента выпускаемой продукции ООО «НИПРОМТЕКС»

Наименование продукции	Объем производства, %	Потребители продукции
Полотно:	65	
- иглопробивное;	20	Строительная отрасль
- объемное;	25	Легкая промышленность
- вязально-прошивное;	15	Легкая промышленность
- медицинское	5	Медицина
Синтепон	10	Швейная промышленность
Наполнитель для:	25	
- одеял;	10	Легкая промышленность
- подушки;	5	Легкая промышленность
- игрушек.	10	Легкая промышленность
Всего	100	

Для строительной отрасли ООО «НИПРОМТЕКС» производит нетканые объемные утеплители, синтепон, геотекстиль, основы под производство напольных и кровельных материалов, фильтровальные материалы, ткани со специальными свойствами – с масло- грязе- и водоотталкивающей пропиткой, антиэнцефалитной пропиткой, антипиреновой пропиткой. Основное сырье для продукции, производимой предприятием – синтетические (полипропиленовые и полиэфирные) волокна.

Основные потребители продукции ООО «НИПРОМТЕКС» – строительные и дорожно-строительные компании, производители линолеума, тафтинга, ковровина, кровельных материалов и кровельных систем, крупнейшие российские и мировые операторы сетевой торговли. Предприятие имеет представительства в городах Москва и Иваново. Для дорожного строительства ООО «НИПРОМТЕКС» производит геотекстильный материал (ГТМ) торговых марок «Геоманит», «Дорнит» и «Комфоролл».

Для предметного исследования выбрана продукция анализируемого предприятия, а именно ГТМ торговой марки «Геоманит» [43], который является экологически безопасным нетканым материалом из полипропиленовых и полиэфирных волокон, который обеспечивает его высокие физико-механические свойства и универсальность применения в различных областях строительства. ГТМ торговой

марки «Геоманит» обладает высокой стойкостью к различным химическим соединениям (щелочам, кислотам), морозоустойчив, не подвержен гниению, а также воздействию грибков и плесени, грызунов и насекомых, прорастанию корней.

Показатели назначения ГТМ производимого предприятием ООО «НИ-ПРОМТЕКС» представлены в табл. 1.8.

Таблица 1.8 – Показатели назначения ГТМ торговой марки «Геоманит»

Показатель	Геоманит Д 5с 200/520.43	Геоманит Д 5с 300/520.43	Геоманит Д 5с 350/520.43	Геоманит Д 5с 400/520.43	Геоманит ДТ 5с 140/520.46	Геоманит ДТ 5с 180/520.46	Геоманит ДТ 5с 200/520.46	Геоманит ДТ 5с 250/520.46
Сырьевой состав (полиэфир), %	100							
Поверхностная плотность, г/м ²	200	300	350	400	140	180	200	250
Ширина полотна, м.	5,3				5,2		5,3	
Тип скрепления волокон	Механический	Иглопробивной			Механический, с дополнительным термоскреплением			

1.4. Определение направлений совершенствования системы

технического контроля процессов получения геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог

Современное промышленное производство характеризуется активным поиском и внедрением новых инновационных технологий, расширением ассортимента выпускаемой продукции и повышением её качества с минимальными экономическими затратами. Существенную роль играют организационные решения, связанные с эффективностью управлением производством.

Одним из ключевых элементов в организации производства продукции является система по всей цепочке технологических процессов.

Анализ нормативной документов [44], [45], справочной [46...48] и научной [49...52] литературы показывает, что проблеме совершенствования системы тех-

нического контроля технологических процессов промышленного производства в последние 20...30 лет практически не уделялось внимания не смотря на интенсивное развитие техники и технологии соответствующих производств. В лучшем положении в решении данной проблемы находились предприятия машиностроительного комплекса [46].

Наряду со стандартами ИСО серии 9000 системный подход к операциям технического контроля проработан для производства машиностроительной продукции [46], где, в частности, затронуты вопросы в следующих направлениях:

- проектирования операций технического контроля;
- выделения типовых процессов технического контроля;
- выявления организационных принципов технического контроля;
- оценивания уровня технического контроля;
- определения экономической эффективности технического контроля.

Одно из наиболее значимых направлений по выявлению организационных принципов технического контроля согласно [46] включает в себя систематизацию организационных форм технического контроля, организацию контроля качества продукции в процессе производства, организацию контроля технологической дисциплины, организацию контроля средств технологического оснащения, учет и анализ брака, а также контроль за состоянием и диагностику оборудования.

Не случайно и сам термин «технический контроль», т.е. контроль параметров техники (оборудования) в большей мере связан с машиностроительным производством, т.к. сырьевыми потоками в нём являются детали (узлы) машин и оборудования. Для промышленных производств, где в качестве сырьевых потоков используются различные исходные текстильные материалы (волокна, нити), которые перерабатываются соответствующим оборудованием в конечные продукты (нетканые, тканые, трикотажные материалы) в большей мере подойдёт термин «технологический контроль», т.е. контроль параметров входного и выходного сырьевого потока, параметров оборудования и окружающей среды. По этой причине в данной работе вместо термина «технический контроль» будем использовать термин «технологический контроль».

Существующая на предприятиях по производству текстильной и геотекстильной продукции система технологического контроля [53] включает операции, приведенные на рис. 1.3.



Рис. 1.3 – Блок-схема алгоритма проведения операций технологического контроля на предприятиях по производству текстильной и геотекстильной продукции [53]

Как показывает приведенный на рис. 1.3 алгоритм организации технологического контроля, его план формируется с учетом методических рекомендаций, существующих на конкретном предприятии. Что касается справочной методической литературы [54...56], то она не дает новых научно-методических рекомендаций по совершенствованию системы технологического контроля. По этой причине фактический план контроля на каждом промышленном предприятии составляется исходя из внутренних технологических и организационных возможностей.

Техническому контролю на промышленных предприятиях присущи [47]:

- разнообразие объектов контроля и соответственно контролируемых параметров;
- большое число методов и средств контроля;
- значительные затраты на технический контроль;
- отсутствие регламентированных процедур проектирования системы технического контроля;
- противоречивость требований к проектированию систем технического контроля.

Оперативное совершенствование наукоемких и информационных технологий, непрерывный рост требований к качеству и конкурентоспособности продукции повлекли за собой значительный рост затрат на технический контроль. Из-за несовершенства методологии технического контроля согласно [53] имеют место пропуски дефектных единиц готовой продукции потребителю и отнесение к браку годной продукции, что приводит к ощутимым экономическим потерям. Необходимость точной, обоснованной и эффективной технологической подготовки технического контроля подтверждается возникновением потерь при проектировании и проведении операций контроля, которые обусловлены следующими причинами:

- отсутствием унифицированной терминологии и форм документации по контролю;
- отсутствием нормативно-технических документов, регламентирующих решение задач технического контроля;
- недостаточной квалификацией персонала;
- неправильным назначением средств контроля по погрешности измерения;
- недостаточным применением прогрессивных методов и средств контроля;
- низким уровнем автоматизации решения задач при проектировании и проведении технического контроля;
- отсутствием методов экономического обоснования и оптимизации технического контроля на этапе технического проектирования.

1.5. Анализ методов проектирования и оценки качества промышленной продукции строительного назначения

Современное промышленное производство формирует свою продукцию в условиях жесткой конкуренции, характерной для рыночной экономики. Как было показано в разделе 1.2, основной составляющей конкурентоспособности продукции является её качество. Требования к качеству продукции формируются через системы менеджмента качества предприятий, которые создаются на основе реализации международных стандартов ИСО серии 9000 [45]. В этом стандарте в соответствии с жизненным циклом продукции выделены основные процессы обеспечения её качества: планирование; проектирование; производство; входной контроль, испытание и обследование продукции в процессе производства и выходной контроль; упаковка и хранение; реализация и распределение; монтаж и эксплуатация; техническая помощь в обслуживании и утилизация после использования. Таким образом, для обеспечения требуемого уровня качества производимой продукции на начальном этапе важную роль играют процессы проектирования (прогнозирования) качества, а на финальной стадии производства продукции оценка фактического уровня её качества.

Первоначально осуществим анализ существующих методов проектирования качества продукции для чего предварительно уточним само понятие «качество продукции», т.к. в последнее время раскрытие этого термина постоянно менялось.

Так в международном стандарте [57] качество определено как «...совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности». Если отождествить «свойства» к категории качественной характеристики, то, очевидно, под термином «характеристика» подразумевается «количественная характеристика». Следовательно, в данном определении использованы характеристики сразу двух уровней, то есть имеется качественная и количественная характеристики. Это утверждение нашло подтверждение в последующей редакции [58] стандарта [57], где «качество» являлось «...совокупностью характеристик объекта, относящихся к

его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности», т.е. характеристик всех категорий. Вместе с этим, в отечественном стандарте [59] «качество» выражено «...совокупностью свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением», т.е. данное понятие приведено только в категории качественной характеристики. В редакции [60] международного стандарта по системам менеджмента качества определение качества продукции (услуги) приведено в таком варианте: «качество – степень соответствия собственных характеристик требованиям». В этом же стандарте пояснено, что «собственные» характеристики в отличие от термина «присвоенные» означают имеющиеся в продукции изначально. «Степень соответствия ... требованиям» отражает определенные соотношения между планируемыми и нормативными (базовыми) характеристиками, что, безусловно, показывает только их количественную сторону. Таким образом, модернизация в международных стандартах [45], [58], [60] понятия (определения) «качества продукции» в конечном итоге постепенно трансформировалось в понятие «оценка качества продукции».

На наш взгляд, для решения проблемы проектирования и оценивания качества продукции необходимо ввести два взаимосвязанных определения, а именно, одно на уровне качественной характеристики, например, в варианте: «Качество является сложным свойством продукции, содержащим совокупность потребительских свойств», а другое определение дать на уровне количественной характеристики в виде: «Оценка качества продукции это степень соответствия значений информативных количественных характеристик потребительских свойств их требуемым (нормативным, базовым) значениям».

Для управления качеством продукции, в том числе и решения проблем проектирования и оценивания ее качества, существуют различные подходы, которые позволяют учесть пожелания конечных пользователей продукции. Наиболее полно они систематизированы в работе [61].

Таблица 1.9 - Методы управления качеством продукции

Наименование, аббревиатура и источник информации	Область применения	Основные операции
1	2	3
Функция развёртывания качества (QFD) [61]	Преобразование нужд и пожеланий потребителей в целевые значения характеристик продукции и процессов жизненного цикла	<ul style="list-style-type: none"> - сбор пожеланий потребителя в абстрактной (удобной для потребителя) форме; - перевод пожеланий потребителя в качественные и количественные характеристики продукции; - выявление тесноты связи между конкретными пожеланиями потребителя и количественными характеристиками продукции; - выбор целевых значений параметров качества создаваемой продукции, которые, по мнению производителя, будут соответствовать ожиданиям потребителя; - установление рейтинга важности отдельных параметров качества на основе рейтинга важности потребительских предпочтений и выявленной тесноты связи
Анализ видов и последствий потенциальных отказов (дефектов) (FMEA) [62]	Выявление на стадии проектирования всех элементов конструкции и процессов, которые потенциально могут привести к сбою системы с тем, чтобы исключить их из проекта или свести их угрозу к нулю	<ul style="list-style-type: none"> - составление перечня всех потенциально возможных видов дефектов технического объекта или процесса его производства, с учётом опыта изготовления и испытаний аналогичных объектов; - определение возможных неблагоприятных последствий от каждого потенциального дефекта и проведение анализа тяжести последствий с установлением количественной оценки её значимости в баллах от 1 до 10; - определение причин каждого потенциального дефекта и экспертное оценивание в баллах от 1 до 10 частоты возникновения каждой причины в соответствии с конструкцией изделия и процессом изготовления; - оценка достаточности предусмотренных операций, направленных на предупреждение и количественное оценивание в баллах от 1 до 10 возможности предотвращения дефекта; - количественное оценивание критичности каждого дефекта по приоритетному числу риска (ПЧР)

1	2	3
Методика оценки качества и конкурентоспособности (QuaD) [63]	Количественная оценка эффективности процессов и продукции с учётом ценности объекта от значений оценочных параметров	<ul style="list-style-type: none"> - выбор объекта для исследования; - определение выборочных значений оценочных параметров для данного объекта; - расчёт стоимости выбранного объекта при различных вариациях оценочных показателей; - установление математической зависимости между стоимостью объекта исследования и значениями оценочных показателей
Методы квалиметрии (МК) [64]	Количественная оценка качества продукции (услуг)	<ul style="list-style-type: none"> - выделение, нормирование, ранжирование и измерение единичных показателей качества; - относительное сравнение фактических и нормативных значений единичных показателей качества; - построение комплексного показателя качества
Статистическое управление процессами (SPC) [65]	Наблюдение, сбор и интерпретация информации о технологических процессах для последующего предупреждения значительных отклонений характеристик процесса от целевых значений	<ul style="list-style-type: none"> - выбор наиболее важных и ответственных параметров процесса; - решение организационных и технических вопросов, связанных с проведением измерений выбранных параметров (определение частоты измерений, объёма выборки, измерительного инструмента, составление форм бланков); - определение общей управляемости процессом, установление периодичности и характера особых причин вариаций на основе контрольных карт; - оценка возможностей процесса на основе индексов пригодности и индексов воспроизводимости (рассчитываются на основе построенных гистограмм с учётом допускаемых границ параметра); - выработка единого подхода к решению проблемы по стабилизации процесса; - улучшение процесса (опытное внедрение мероприятий, уточнение контрольных границ регулирования) и повторная оценка управляемости процессом
Анализ сильных и слабых сторон организации, возможностей и угроз внешней среды (SWOT-анализ) [66]	Принятие стратегических решений в отношении осуществляемой деятельности и выпускаемой продукции	<ul style="list-style-type: none"> - подбор команды SWOT-анализа; - установление критериев конкурентоспособности продукции и организации в целом; - определение измеримых показателей для оценки по выявленным критериям; - сбор информации о состоянии внешней и внутренней среды по каждому показателю; - статистический анализ полученных данных и выявление слабых и сильных сторон возможностей и угроз;

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> - построение матрицы SWOT-анализа и формирование стратегий развития с учётом различных комбинаций благоприятных и неблагоприятных факторов; - ранжирование стратегий по степени важности и предполагаемой эффективности мероприятий; - разработка плана мероприятий по совершенствованию продукции и работы организации

Анализ операций различных методов управления качеством продукции показывает, что они могут успешно применяться для решения проблем проектирования и оценивания качества геотекстильной продукции. Однако в отдельных элементах необходима их модернизация в соответствии с особенностями объектов производств геотекстильной продукции.

Для реализации задач, по данной диссертационной работе в направлении проектирования и оценивания качества в большей мере подходит методология QFD [61], квалиметрии [64], SPC [65], количественной оценки качества и конкурентоспособности [63]. В каждом конкретном случае потребуется совершенствование названных методических подходов в соответствии с выбранными объектами исследования.

В отличие от текстильных изделий [67] (полотна, швейные изделия) не разработана и стандартизирована методология комплексной оценки качества геотекстильных материалов. Например, для нетканых текстильных материалов комплексная оценка сформирована в виде выделения качественной градации «сорт» с соответствующими уровнями: 1 сорт, 2 сорт и несортовая продукция [67]. При установлении каждого уровня качественной градации используются соответствующие единичные показатели качества. Алгоритм комплексной оценки качества на основе требований стандарта [68] приведен на рис. 1.4.

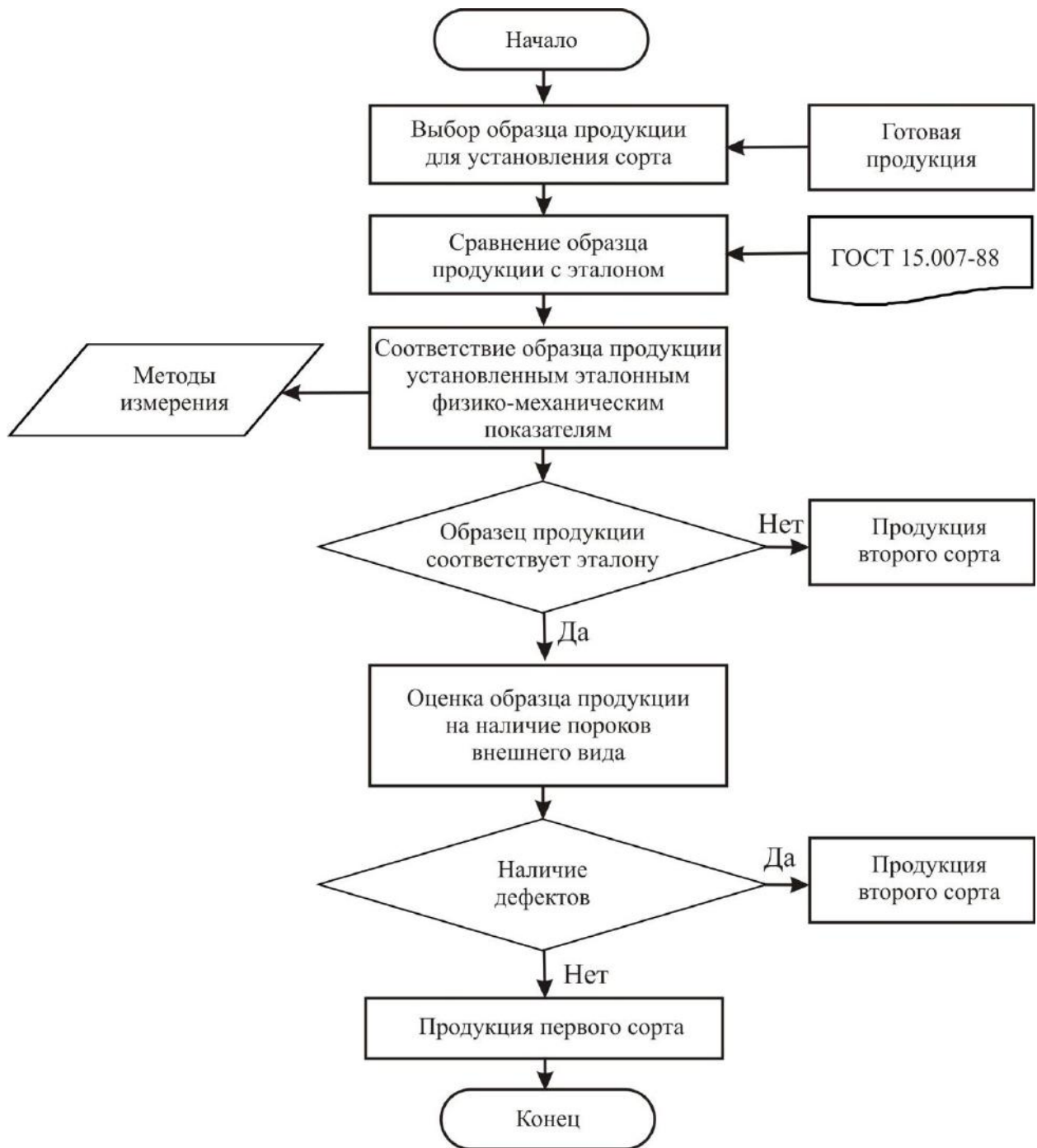


Рис. 1.4 – Блок-схема алгоритма комплексной оценки качества нетканых материалов в соответствии с ГОСТ 23244-78 [68]

Методология оценки качества отдельных видов геотекстильной продукции отражена в стандартах организации [69].

В соответствии с требованиями данного стандарта алгоритм оценки качества продукции выглядит следующим образом (рис. 1.5).

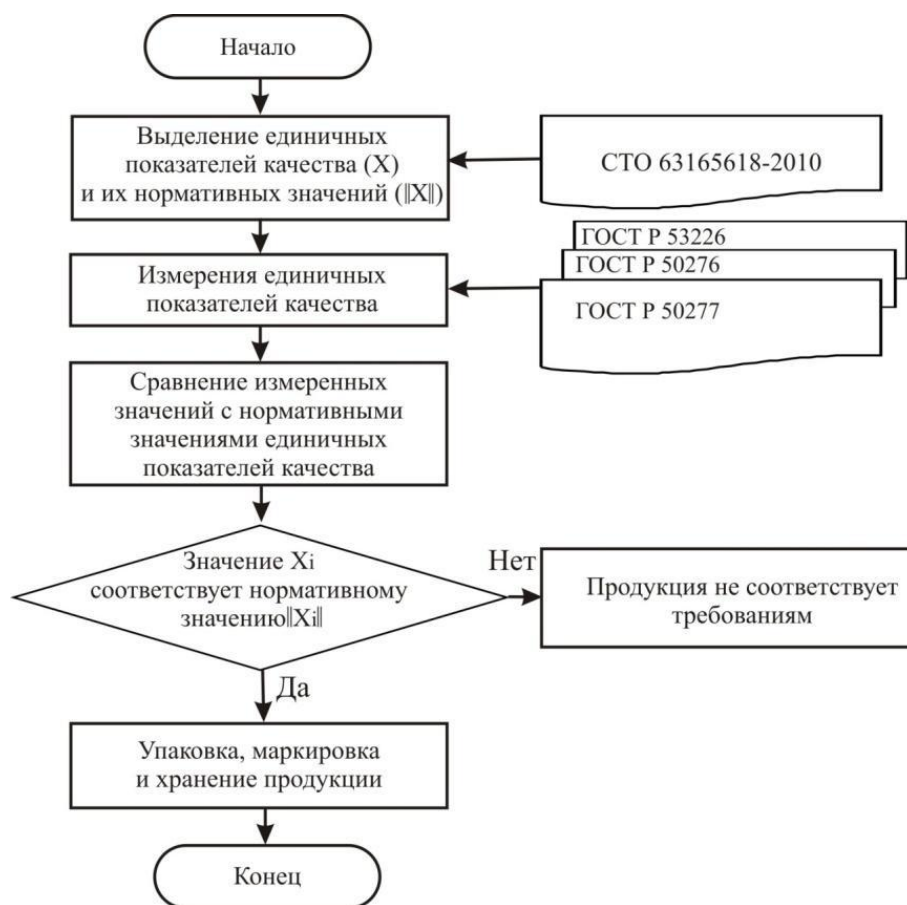


Рис. 1.5 – Оценка качества продукции в соответствии с [61]

Для определения наиболее рационального направления в совершенствовании методологии комплексной оценки качества геотекстильных материалов проанализируем существующие методики в оценке качества в соответствии с алгоритмами, приведенными на рис. 1.4 и 1.5.

Комплексная оценка качества в соответствии с [70] предполагает выделение качественной градации «сорт» и трех её уровней (1 сорт, 2 сорт, несортная продукция). Первый сорт определяется по физико-механическим показателям в соответствии с требованиями, установленными нормативным документом на конкретный вид полотна, если использовать иглопробивной геотекстильный материал, то в соответствии с [69]. Приведем перечень из десяти единичных показателей качества (поверхностная плотность, $г/м^2$; ширина, см; толщина, см; прочность при растяжении, кН/м; относительное удлинение при разрыве, %; условный модуль деформации кН/м; показатель ударной прочности, мм; коэффициент фильтрации,

м/сут; показатель устойчивости к воздействию ультрафиолетового излучения, %; показатель стойкости к воздействию агрессивных сред, %).

Второй сорт уже определяется по физико-механическим показателям и дефектам распространенным и местным внешнего вида. Данная методика в итоге оценивает качество продукции в трех уровнях по шкале порядка, и соответственно, имеет значительную погрешность 33% от дискретности данной шкалы. Научные работы [71] и [72], связанные с переходом из шкалы порядка в абсолютную шкалу, решают проблему повышения точности оценки, но в то же время, методология оценки качества остается прежней.

Оценка качества геотекстильных материалов по методике [61] (см. рис. 1.5) предполагает операции изменения всей номенклатуры показателей качества. При этом показатели качества не имеют друг перед другом приоритетности в зависимости от условий эксплуатации ГТМ. В случае несоответствия одного из показателей качества его нормативному значению, продукция считается не соответствующей и переводится в разряд бракованной.

1.6. Анализ технического и нормативного уровня обеспечения методов в количественной оценке показателей качества геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог

В соответствии с тенденциями развития измерительной и испытательной техники, а также соответствующих поддерживающих информационных технологий, должны постоянно совершенствоваться методы и средства измерения и нормирования оцениваемых показателей качества. При этом эти проблемы должны решаться как на уровне формирования оптимальной номенклатуры показателей качества, обеспечения их научно-обоснованными нормативными (базовыми) значениями, так и по постоянному совершенствованию отдельных методов и технических средств измерений.

Номенклатура показателей качества и их нормативных значений для нетканых геотекстильных материалов в соответствии с [69] приведена в табл. 1.10.

Таблица 1.10 - Нормативные значения для нетканого иглопробивного геотекстильного материала торговой марки «Геоманит Д»

Наименование показателей	Норма показателей полотен, предназначенных для строительства и ремонта автомобильных дорог									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Поверхностная плотность, г/м ² [73]	100	160	200	250	300	350	400	450	500	600
Допустимое отклонение по поверхностной плотности, %	± 10									
Ширина, см [74]	до 520									
Допустимое отклонение по ширине, см	± 4									
Толщина при давлении 2,0 кПа, мм [75]	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5
Отклонение по толщине, мм	± 0,5									
Прочность при растяжении, кН/м [76], не менее:										
-по длине	3,0	4,0	6,0	7,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0
-по ширине	3,0	4,4	7,0	8,0	11,0	12,0	13,0	15,0	18,0	20,0
Относительное удлинение при разрыве, % [76], не более:										
-по длине	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-по ширине	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Условный модуль деформации, кН/м [77], не менее	3,0	5,0	6,5	8,0	10,0	13,0	13,5	14,0	16,0	18,0
Показатель ударной прочности, мм [77], не более	45	33	26	20	18	16	14	13	12	9
Характеристики пор, мм [78]	70-120									
Коэффициент фильтрации при нагрузке 2 кПа, м/сут [79], более	35	35	35	35	35	35	30	30	29	29
Показатель устойчивости к воздействию ультрафиолетового излучения, % [77], не менее	70									
Показатель стойкости к воздействию агрессивных сред, % [77], более	90									
Характеристика по грибоустойчивости [77]	не выше ПГ ₁₁₃									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Показатель морозостойкости, % [77], не менее	90									
Гибкость при отрицательных температурах [77]	обеспечена									

Существующие методы измерения показателей качества в соответствии с табл. 1.10, оформленные в виде национальных стандартов приведены в табл. 1.11.

Таблица 1.11 – Стандартные методы измерения показателей качества геотекстильных материалов

Показатель качества (нормативный документ)	Основные операции измерения	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4
Поверхностная плотность, г/м ² [73]	1. Отбор образцов к испытанию; 2. Проведение испытаний: - определяют площадь пробы с точностью до 0,05%; - определяют массу пробы взвешиванием на весах с точностью до 0,1%; 3. Обработка результатов испытаний; 4. Оформление протокола испытаний	Позволяет определить поверхностную плотность геотекстильных материалов. Не требует привлечения значительных финансовых средств и рабочей силы	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания
Толщина при давлении 2кПа, мм [75]	1. Отбор образцов к испытанию; 2. Проведение испытаний: - пробу помещают в прибор для определения толщины; - определяют изменение толщины полотна в зависимости от оказанного на него давления; 3. Обработка результатов испытаний; 4. Оформление протокола испытаний	Позволяет определить номинальную толщину геотекстильного полотна при определенном давлении	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания

1	2	3	4
Коэффициент фильтрации при нагрузке 2 кПа, м/сут [79]	1. Отбор образцов и подготовка воды к испытанию; 2. Проведение испытаний: - на образец подают через фильтрационную камеру (трубу) лабораторной установки воду с напором под давлением 2 кПа; - измеряют время, в течение которого заполняется мерный цилиндр лабораторной установки; 3. Обработка результатов испытаний; 4. Оформление протокола испытаний	Позволяет определить водопроницаемость ГТМ применяемых в строительстве в направлениях, перпендикулярном плоскости и в плоскости полотна. Не требует привлечения значительных финансовых средств и рабочей силы	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания
Относительное удлинение при разрыве, % [76]	1. Отбор образцов к испытанию; 2. Проведение испытаний: - установление расстояния и нагрузки на разрывной машине; - подбор предварительного натяжения ($1 \pm 0,25$)% от предполагаемой прочности на разрыв; 3. Обработка результатов испытаний; 4. Оформление протокола испытаний	Позволяет определить разрывные характеристики при растяжении, прочности и растяжимости при продавливании шариком, прочность при расслаивании, раздирании и закреплении волокон	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания
Характеристика пор, мм [78]	1. Отбор образцов к испытанию; 2. Проведение испытаний: - определяют массу сухой пробы; - определяют массу влажной пробы; - влажную пробу помещают в специальную установку для просеивания гранулированного материала; - определяют массу сухого гранулированного материала; - распределяют гранулированный материал по поверхности влажной пробы;	Позволяет определить размер пор при прохождении частиц грунта через слой геотекстильного материала	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания

1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - равномерно распределяют воду по поверхности пробы; - просеивают гранулированный материал с помощью специальной установки; - собирают гранулированный материал, прошедший сквозь пробу; - высушивают гранулированный материал, прошедший сквозь пробу; - высушивают пробу с оставшимся гранулированным материалом; - определяют массу оставшегося на пробе гранулированного материала путем взвешивания пробы вместе с материалом и вычитания массы сухой пробы; - определяют массу сухого гранулированного материала, прошедшего сквозь пробу; <p>3. Обработка результатов испытаний;</p> <p>4. Оформление протокола испытаний</p>		

Для определения направлений совершенствования методологии процесса измерения, с учетом использования информационных технологий на соответствующих этапах представим его в виде последовательной оценки операций (см. рис. 1.6).

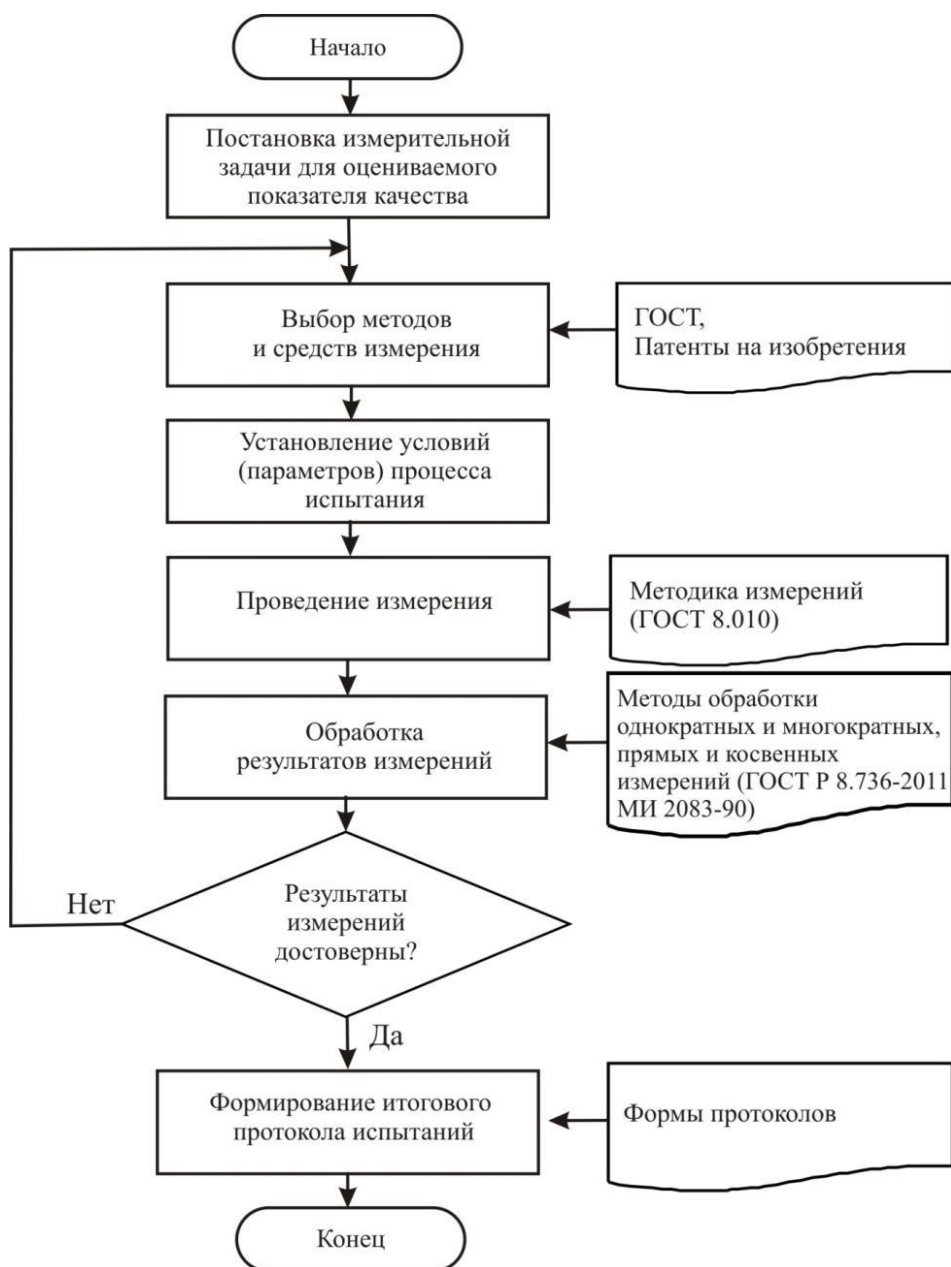


Рис. 1.6 – Блок-схема измерения показателей качества

Таким образом, совершенствование процесса измерения (в том числе и с применением информационных технологий) можно осуществлять на всех операциях данного процесса. При этом в соответствии с существующим планом технического контроля производственного предприятия методы и средства измерения показателей качества должны совершенствоваться как при входном контроле сырьевых потоков, так и промежуточной продукции (полуфабрикатов), и, безусловно, конечно продукции.

1.7. Постановка научных задач диссертационного исследования

В соответствии с проведенным анализом современного состояния научных проблем при организации производства строительных материалов (геотекстильных материалов), используемых в строительстве автомобильных дорог, осуществленным в п. 1.1...1.6, можно сделать вывод, что без использования ГТМ сегодня уже невозможно представить современную строительную индустрию. Поэтому первоначально был проведен анализ нормативно-правовой документации, который охватывает следующие стадии производства и использования ГТМ: эффективность строительства автомобильных дорог; качество организации и конкурентоспособность производственных систем, а также методы и средства мониторинга технологических процессов (см. табл. 1.12).

Таблица 1.12 - Матрица нормативно-правовой базы при производстве и использовании ГТМ

Стадия Нормы	Эффективность строительства автомобильных дорог	Качество организации и конкурентоспособности производственных систем	Методы и средства мониторинга технологических процессов
1	2	3	4
Федеральные нормативные документы	Федеральный закон №257 от 08.11.2007 г. «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации» [80]; ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения [81]	ГОСТ Р ИСО 9000 - 2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [60]; ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества [82]; ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь [83];	ГОСТ Р 53225-2008. Материалы геотекстильные. Термины и определения [85]; ГОСТ Р 50277-92. Материалы геотекстильные. Метод определения поверхностной плотности [73]; ГОСТ Р 52608-2006. Материалы геотекстильные. Метод определения водопрооницаемости [79];

Продолжение табл. 1.12

1	2	3	4
		ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования [84]	ГОСТ Р 50276-92. Материалы геотекстильные. Метод определения толщины при определенных давлениях [75]; ГОСТ Р 53226-2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности [76]; ГОСТ Р 53238-2008. Материалы геотекстильные. Метод определения характеристики пор [78]
Отраслевые методические дорожные документы	ОДМ 218.5.003-2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог [86]; ОДМ 218.5.005-2010. Отраслевой дорожный методический документ. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству [42]	Не существует	ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве [87]; ОДМ 218.5.006-2010. Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли [77]
Ведомственные строительные нормы и правила	Не существует	Не существует	ВСН 6-90. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог [88]; ВСН 30-96. Инструкция по технологии строительства внутриквартальных дорог с применением материала Дорнит [89]; ТР 128-01. Технические рекомендации по технологии строительства дорог с применением Дорнита и других геотекстильных материалов и геосеток [90]

1	2	3	4
			СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги [91]; СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги [40]

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что не на всех стадиях разработаны соответствующие нормативно-правовые документы различного уровня. В частности, на стадии эффективности строительства автомобильных дорог отсутствуют ведомственные строительные нормы и правила; на стадии работ по качеству организации и конкурентоспособности производственных систем отсутствуют отраслевые и ведомственные нормативные документы.

Как уже было отмечено в разделе 1.3, геотекстильные материалы обладают уникальными свойствами и широко используются в конструкциях автомобильных дорог, железнодорожном, мостовом, аэродромном, нефте-, газовом, гидротехническом, промышленно-гражданском и жилищно-коммунальном строительстве и искусственных сооружениях. Эффективность применения их в качестве разделительных, дренирующих, фильтрующих, защитных, укрепляющих и армирующих слоев в грунте очевидна и подтверждена мировой и отечественной практикой.

В связи с тем, что мировой и отечественный рынки производства ГТМ достаточно насыщены, перед предприятиями строительного комплекса актуальной является задача по выпуску высококачественной и конкурентоспособной продукции.

Для достижения выделенной цели необходимо решение научных и практических задач, которые подробно рассмотрены в введении. Решение выделенных научных задач требует использования системного подхода и проведения соответствующих теоретических и экспериментальных исследований.

ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РАМКАХ ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

2.1. Уточнение терминов и понятий в области обеспечения конкурентоспособности предприятий строительного комплекса

Переход экономики России от планово-директивной к рыночной привел к появлению конкуренции между различными хозяйствующими субъектами. Ранее понятие конкуренции и конкурентоспособности было знакомо только предприятиям, ведущим внешнеэкономическую деятельность, а таковых было очень мало. Основная доля предприятий страны осуществляло производство готовой продукции, запасных частей и комплектующих, добычу различных видов сырья и минералов в соответствии с госзаказом и установленными планами, а торговлю осуществляли различные внешнеторговые организации. Таким образом, основная масса отечественных предприятий столкнулась с наличием конкуренции и проблемой обеспечения конкурентоспособности организации только после перехода экономики на рыночные отношения.

На современном этапе экономического развития проблема обеспечения конкурентоспособности занимает центральное место в экономической политике государства, которая позволяет также интенсивно развивать промышленное производство на основании инновационных подходов. Создание конкурентных преимуществ в любой сфере становится стратегическим направлением деятельности государства и его органов в области обеспечения конкурентоспособности национальной экономики. При этом повышение конкурентоспособности касается всех уровней ее иерархии: продукции (товаров и услуг), предприятия, отрасли, региона и страны в целом. Особую значимость приобретает конкурентоспособность пред-

приятия как основного звена соответствующей отрасли. Несмотря на большое количество факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятия, все же основным и определяющим из них остается его способность производить конкурентоспособную продукцию и создавать условия для ее продвижения на рынок.

С 2004 г. Всемирный Экономический Форум (World Economic Forum, WEF) оценивает конкурентоспособность стран с использованием Индекса глобальной конкурентоспособности (Global Competitiveness Index, GCI) и Индекса конкурентоспособности бизнеса (Business Competitiveness Index, BCI) [92]. Индекс глобальной конкурентоспособности составлен из 113 переменных, которые детально характеризуют конкурентоспособность стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития. Совокупность переменных на две трети состоит из результатов глобального опроса руководителей компаний (чтобы охватить широкий круг факторов, влияющих на бизнес-климат в исследуемых странах), а на одну треть из общедоступных источников (статистические данные и результаты исследований, осуществляемых на регулярной основе международными организациями). Все переменные объединены в 12 контрольных показателей, определяющих национальную конкурентоспособность: качество институтов; инфраструктура; макроэкономическая стабильность; здоровье и начальное образование; высшее образование и профессиональная подготовка; эффективность рынка товаров и услуг; эффективность рынка труда; развитость финансового рынка; уровень технологического развития; размер внутреннего рынка; конкурентоспособность компаний и инновационный потенциал. По оценке данной организации в 2015 году список возглавляет Швейцария (индекс 5,76), в то время как Россия занимает 53-е место (индекс 4,44). По сравнению с 2014 годом Россия поднялась на одиннадцать позиций вверх. Составители рейтинга считают сильными сторонами российской экономики богатые природные ресурсы и грамотное макроэкономическое регулирование, а слабыми - качество бизнес-климата и конкурентоспособность компаний [92].

Сегодня для отечественных предприятий задача повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции становится особенно актуальной в связи с тем, что негативные последствия, проведенных в 90-е годы экономических реформ, а

также экономический кризис, в значительной степени ослабили их позиции на внутреннем и зарубежном рынках. Неудовлетворительное состояние основных фондов и высокие издержки не позволяют еще многим предприятиям позитивно решать эту задачу.

В сложившейся ситуации для успешной конкурентной борьбы предприятиям необходимо не только обновлять технологии и технологическое оборудование, изучать внутренний и внешний рынок и вести маркетинговые исследования, выявлять свои возможности, слабые стороны и уязвимые места конкурентов, но и оказывать управляющее воздействие на собственную конкурентоспособность и определять ее основные направления.

Термин «конкурентоспособность» происходит от слов «конкурент» и «способность» и означает быть способным к конкуренции [93]. В общем смысле под конкурентоспособностью можно понимать обладание свойствами, создающими преимущества для субъектов экономического соревнования. Конкурентоспособность представляет собой сложное многоуровневое понятие, анализ и оценку которого необходимо теснейшим образом увязывать с конкретным конкурентным полем и особенно с его уровнем. В связи с этим можно уверенно утверждать, что основополагающий уровень обеспечения конкурентоспособности - макроэкономический, на котором определяются основные условия функционирования всей хозяйственной системы. За ним по значимости идет мезоуровень, на котором формируются перспективы развития отрасли или корпорации, охватывающий группу предприятий. На микроуровне конкурентоспособность как бы обретает свою окончательную, завершающую форму в виде соотношения цены и качества товара. Это соотношение зависит от условий, сформировавшихся на предшествующих двух уровнях и от персонала предприятия, его способности использовать как свои ресурсы, так и сравнительные национальные, общехозяйственные и отраслевые преимущества [94].

Рассмотрим многообразие существующих определений (понятий) в направлении обеспечения конкурентоспособности предприятия (организации), которые приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительный анализ определений и понятий конкурентоспособности предприятия (организации)

Авторы, источник публикации	Определение (понятие) конкурентоспособности предприятия	Отличительная особенность (составляющая)
1	2	3
Рубин Ю.Б., Шустов В.В. [93]	Способность выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичными объектами в условиях конкретного рынка	Акцент на конкурентное преимущество
Данилов И.П. [95]	Понимается способность предприятия производить конкурентоспособную продукцию за счет его умения эффективно использовать финансовый, производственный и трудовой потенциал	Акценты на конкурентный потенциал
Долинская М.Г., Соловьев И.А. [96]	Реальная и потенциальная способность компании, а также имеющихся у них для этого возможностей проектировать, изготавливать и сбывать товары, которые по ценовым и неценовым характеристикам в комплексе более привлекательны для потребителей, чем товары конкурентов	Акцент на конкурентное преимущество и конкурентный потенциал
Зиннуров У.Г., Ильясова Л.Р. [97]	Сравнительное преимущество фирмы по отношению к другим фирмам данной отрасли внутри национальной экономики и за ее пределами	Акцент на конкурентное преимущество
Багиев Г.Л., Аренков И.А. [98]	Важнейший критерий целесообразности выхода предприятия на национальные и мировые товарные рынки	Акцент на конкурентное преимущество и конкурентный потенциал
Фатхутдинов Р.А. [8]	Конкурентоспособность определяет способность выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичными предприятиями на данном (внутреннем или внешнем) рынке	Акцент на конкурентное преимущество
Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. [99]	Относительная характеристика, которая выражает отличия развития данной фирмы (предприятия) от развития конкурентных фирм (предприятий) по степени удовлетворения своими товарами потребности людей и по эффективности производственной деятельности	Акцент на конкурентное преимущество и конкурентный потенциал
Самодуров Д.О. [100]	Способность предприятия разрабатывать, производить и продавать свою продукцию на рынке по цене, обеспечивающей выполнение в полном объеме его финансово-экономических обязательств, а также качественный и количественный рост его потенциала	Акцент на конкурентный потенциал
Миронов М.Г. [101]	Относительная характеристика, отражающая отличие процесса развития данного производителя от производителя-конкурента как по степени удовлетворения своими товарами (услугами) конкретной общественной потребности, так и по эффективности производственной деятельности	Акцент на конкурентное преимущество и конкурентный потенциал

1	2	3
Мансуров Р.Е. [102]	Способность предприятия бороться за рынок (увеличивать, уменьшать либо сохранять занимаемую долю рынка в зависимости от стратегии предприятия). Это достигается на основе внедрения инновационной техники и технологии (дающей экологические, социальные и экономические эффекты), максимально эффективного использования резервов предприятия, достижения высокого уровня инвестиционной привлекательности, что в совокупности обеспечивает выпуск конкурентоспособной продукции	Акцент на конкурентный потенциал
Васильева З.А. [103]	Способность производить товары (услуги), отвечающие требованиям мировых и внутренних рынков, и создавать условия роста потенциала конкурентоспособности	Акцент на конкурентный потенциал
Зотов Н.А., Нечаева О.Д. [104]	Системная характеристика, основанная на его способности вести эффективную финансово-хозяйственную деятельность, позволяющую закупать, производить и сбывать продукцию по наиболее выгодным ценам, при этом наиболее удовлетворяя потребительский спрос и расширяя долю рынка с приемлемым риском на основе эффективного использования производственно-экономического потенциала	Акцент на конкурентный потенциал
Еремеева Н.В., Калачев С.Л. [105]	Способность производить конкурентоспособную продукцию за счет эффективного использования своего ресурсного потенциала, качества организации и его управления	Акцент на конкурентный потенциал

Анализ приведенных в табл. 2.1 определение (понятий) конкурентоспособности предприятия (организации) устанавливает их направленность на достижение конкурентных преимуществ и эффективного использования конкурентного потенциала. Таким образом, при определении реальных возможностей предприятия следует выделить как реализованные возможности, т.е. *конкурентные преимущества* предприятия, так и нереализованные возможности, т.е. *конкурентный потенциал*. В свою очередь конкурентные преимущества и конкурентный потенциал зависят от следующих составляющих конкурентоспособности предприятия [106], а именно:

- формирования конкурентоспособного ассортимента;
- от выпуска высококачественной продукции;
- в оснащении производства высокотехнологичным оборудованием;

- в формировании высококвалифицированного персонала.
- в своевременной реализации произведенной продукции;
- демократичной ценовой политике и т.д.

Для текущего мониторинга конкурентоспособности предприятия по производству строительных материалов, используемых в дорожном строительстве, необходимо разработать методическую базу по количественной оценке: конкурентного преимущества; конкурентного потенциала, а также результативности СМК промышленного предприятия.

2.2. Разработка методики оценки конкурентного преимущества предприятия строительного комплекса

Проведенный в разделе 2.1 анализ существующих понятий в оценке конкурентоспособности предприятия (организации) показал, что для достижения соответствующих целей необходимо создание методической базы и, в первую очередь, разработать инструменты по оценке как конкурентного преимущества, так и конкурентного потенциала.

На рис. 2.1 представлен алгоритм методики оценки конкурентных преимуществ предприятия, который состоит из последовательных операций, связанных с выделением внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия; определения значимости конкурентных преимуществ на основе применения экспертного метода; установления нормативных и (базовых) расчетных значений и определения комплексного показателя конкурентных преимуществ (КПКП).

В соответствии с алгоритмом (см. рис. 2.1) одним из основных этапов формирования конкурентных преимуществ на промышленном предприятии является выбор наиболее значимых внешних и внутренних факторов [107]. Данный выбор осуществлялся экспертной группой с использованием разработанных для этих целей анкет на основе методологии [108].

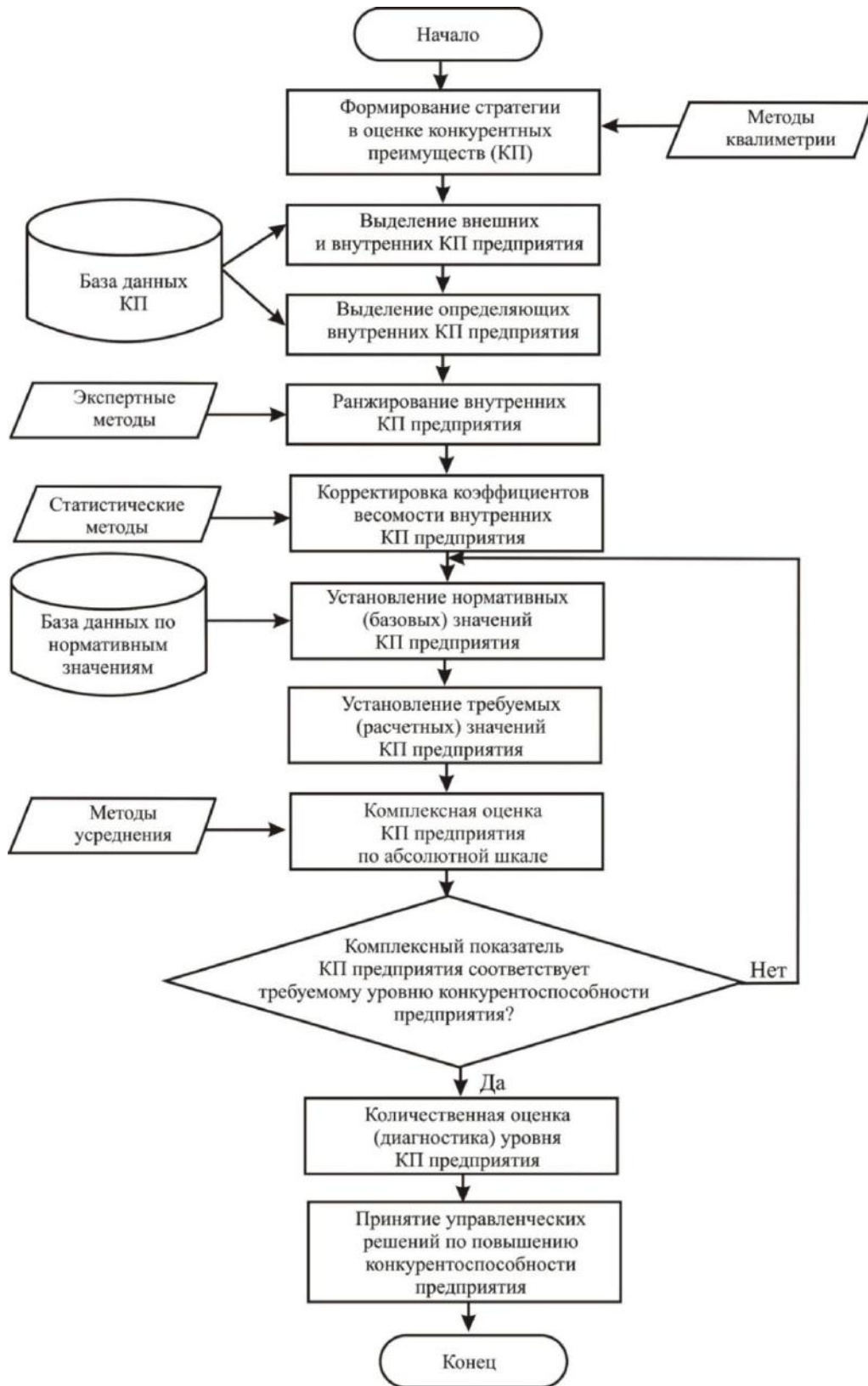


Рис. 2.1 – Блок-схема алгоритма количественной оценки конкурентных преимуществ промышленного предприятия

В табл. 2.2 представлены факторы с учетом весомости, оказывающие влияние на конкурентоспособность промышленного предприятия [109].

Таблица 2.2 - Факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность промышленного предприятия

Группа	Общая весомость
<i>Внешние</i>	
Политико-правовая	0,30
Социальная	0,20
Технологическая	0,20
Экономическая	0,30
<i>Внутренние</i>	
Организация производства	0,20
Кадровое обеспечение	0,20
Сбытовая политика	0,35
Финансовая стратегия	0,25

Для выбора наиболее значимых групп факторов конкурентного преимущества использовали метод анализа иерархий [70]. На первой стадии анализа в виде иерархии были представлены основные задачи исследования, на второй стадии устанавливали приоритеты критериев и в заключении оценивали альтернативные варианты по критериям, определяя наиболее весомые.

На следующей стадии оценки выдели определяющие конкурентные преимущества. Проведя анализ внешних и внутренних факторов конкурентных преимуществ, можно сделать вывод о том, что внешние факторы во многом зависят от «внешней» ситуации, которая в настоящий момент усугубляется политическим и экономическим кризисами.

В следствии санкционной внешней политики, проводимой Евросоюзом и США по отношению к Российской Федерации, наблюдается недостаток инвестиций и платежеспособного спроса на промышленные товары отечественного производства. В сложившейся ситуацией промышленные предприятия для привлечения инвестиции или получения государственной поддержки должны быть конкурентоспособными и владеть определенными конкурентными преимуществами.

Основные резервы повышения конкурентоспособности предприятия сосредоточены в сфере факторов внутренней среды. Поэтому при оценке конкуренто-

способности промышленного предприятия необходимо, в первую очередь, провести анализ внутренних факторов.

Внутренние факторы - это объективные критерии, которые определяют возможности предприятия по обеспечению собственной конкурентоспособности. Идеи определения и использования внутренних факторов для занятия предприятием лидирующих позиций отражены в стратегическом анализе и управлении, основанных на идее компетенций и способностей, называемой также «школой ресурсов, способностей и компетенций» [8].

В научных исследованиях [8], [109], [110] к основным составляющим внутренних факторов конкурентных преимуществ относятся: организация производства, кадровое обеспечение, сбытовая политика, финансовая стратегия и др. При анализе и выборе наиболее значимых внутренних факторов промышленному предприятию нельзя недооценивать роль внешних факторов в формировании предполагаемых конкурентных преимуществ.

Для предприятия ООО «НИПРОМТЕКС», производящего и реализующего нетканое геотекстильное иглопробивное полотно торговой марки «Геоманит» [43], используемое при ремонте и строительстве автомобильных дорог, были выделены следующие показатели для оценки конкурентных преимуществ предприятия (см. табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Перечень внутренних факторов необходимых для оценки конкурентных преимуществ промышленного предприятия

Группа	Наименование
1	2
Организация производства	<ul style="list-style-type: none"> - наличие собственного производства; - высокотехнологичные (модернизированные) производственные мощности; - оптимальный ассортимент выпускаемой продукции; - необходимый уровень качества продукции; - наличие СМК на предприятии; - сертификация готовой продукции
Кадровое обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> - постоянное обучение и соответствующие семинары для персонала предприятия

1	2
Сбытовая политика	<ul style="list-style-type: none"> - известность (репутация) предприятия на рынке; - наличие готовой продукции на складе; - представительства предприятия в регионах РФ; - предоставление заказчикам продукции логистических услуг; - маркетинговая поддержка (акции, участие в выставках и т.д.); - рекламная активность предприятия; - персональные продажи готовой продукции
Финансовая стратегия	- демократичная ценовая политика

Следующим этапом оценки в соответствии с алгоритмом, представленном на рис. 2.1, являлось ранжирование показателей, входящих в группу внутренних факторов конкурентных преимуществ. Для осуществления данного этапа воспользовались экспертным методом [111]. Экспертам были предложены следующие конкурентные преимущества: наличие собственного производства (X_1); высокотехнологичные (модернизированные) производственные мощности (X_2); оптимальный ассортимент выпускаемой продукции (X_3); необходимый уровень качества продукции (X_4); наличие СМК на предприятии (X_5); сертификация готовой продукции (X_6); постоянное обучение и соответствующие семинары для персонала предприятия (X_7); известность (репутация) предприятия на рынке (X_8); наличие готовой продукции на складе (X_9); представительства предприятия в регионах РФ (X_{10}); предоставление заказчикам продукции логистических услуг (X_{11}); демократичная ценовая политика (X_{12}).

Уменьшение показателей, по которым проводился экспертный опрос, в сравнении с перечнем, представленным в табл. 2.3, объясняется тем, что исключенные показатели, такие как маркетинговая поддержка, рекламная активность предприятия и персональные продажи готовой продукции являются неотъемлемой частью маркетинговой стратегии любого предприятия.

Результаты экспертного опроса по соответствующей форме, проведенного среди специалистов промышленных предприятия (ОАО «Рослан», г. Иваново; ООО «НИПРОМТКЕС», г. Железногорск; ООО «ПОШ-Волокно», г. Энгельс;

ООО «СИБУР-Геотекстиль», г. Сургут; ООО «Челябнетма» и ЗАО «Втор-Ком», г. Челябинск) в количестве 9 человек, представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 - Сводные результаты ранжирования значимости внутренних конкурентных преимуществ предприятия

Конкурентное преимущество		Эксперт								
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
Наличие собственного производства	X_1	2	1	1	3	1	1	1	1	1
Высокотехнологичные (модернизированные) производственные мощности	X_2	1	2	1	6	2	1	1	2	1
Оптимальный ассортимент выпускаемой продукции	X_3	4	2	1	6	5	2	1	2	1
Необходимый уровень качества продукции	X_4	3	3	3	2	4	2	1	1	1
Наличие СМК на предприятии	X_5	7	9	2	5	6	10	3	6	1
Сертификация готовой продукции	X_6	3	4	4	7	3	6	2	4	1
Постоянное обучение и соответствующие семинары для персонала предприятия	X_7	6	8	4	8	6	7	5	4	1
Известность (репутация) предприятия на рынке	X_8	4	5	3	3	7	3	4	4	1
Наличие готовой продукции на складе	X_9	4	6	3	9	8	8	4	3	1
Представительства предприятия в регионах РФ	X_{10}	5	7	5	4	7	9	4	3	1
Предоставление заказчикам продукции логистических услуг	X_{11}	5	10	2	2	9	5	5	5	2
Демократичная ценовая политика	X_{12}	6	11	6	1	1	4	1	2	1

Исходя из условия, что сумма рангов должна быть равна сумме мест при их последовательном расположении по показателям табл. 2.4 имеем результат: $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 = 78$. Кроме этого при наличии у экспертов одинаковых ранговых оценок для них определяем показатели одинаковости по формуле:

$$F_j = \frac{1}{12} \sum_1^s (t_j^3 - t_j), \quad (2.1)$$

где s – число оценок с одинаковыми рангами у j -го эксперта;

t_j – число одинаковых рангов для каждой из оценок у j -го эксперта.

С учетом приведенных выше требований трансформируем данные табл. 2.4 в данные табл. 2.5.

Таблица 2.5 - Оценка значимости показателей конкурентного преимущества

Шифр эксперта	Ранговые оценки показателей												Сумма рангов \bar{S}	F_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}		
1	2,0	1,0	6,0	3,5	12,0	3,5	10,5	6,0	8,5	8,5	6,0	10,5	78,0	3,5
2	1,0	2,5	2,5	4,0	10,0	5,0	9,0	6,0	8,0	11,0	7,0	12,0	78,0	0,5
3	2,0	2,0	2,0	6,0	4,5	9,5	9,5	6,0	11,0	4,5	6,0	12,0	78,0	5,0
4	4,5	8,5	8,5	2,5	7,0	10,0	11,0	4,5	6,0	2,5	12,0	1,0	78,0	1,5
5	1,5	3,0	6,0	5,0	7,5	4,0	7,5	9,5	9,5	12,0	11,0	1,5	78,0	1,5
6	1,5	1,5	3,5	3,5	12,0	8,0	9,0	5,0	11,0	7,0	10,0	6,0	78,0	1,0
7	3,0	3,0	3,0	3,0	7,0	6,0	11,5	9,0	9,0	11,5	9,0	3,0	78,0	12,5
8	1,5	4,0	4,0	1,5	12,0	9,0	9,0	9,0	6,5	11,0	6,5	4,0	78,0	3,5
9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	12,0	6,0	6,0	78,0	110,0

Для исключения мнений экспертов с некорректными оценками в соответствии с [111], [112] необходимо определить коэффициент конкордации по формуле:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (2.2)$$

где $\bar{S} = 0,5m \cdot (n + 1)$ – средняя сумма рангов для всех показателей;

m – количество экспертов;

n – число исследуемых показателей

На основании выражения (2.2) с учетом данных табл. 2.5 имеем:

$$\bar{S} = 0,5 \cdot 9 \cdot (12+1) = 58,5; \quad W = \frac{4806}{\frac{1}{12} \cdot 81 \cdot (12^3 - 12) - 9 \cdot 136} = 0,47.$$

Значимость коэффициента конкордации оцениваем с применением критерия χ^2 (критерия Пирсона). Наблюдаемое значение критерия $\chi_{набл}^2 = W \cdot m \cdot (n - 1) = 0,47 \cdot 9 \cdot 11 = 46,53$. Критическое значение критерия при вероятности 95% находим по таблице значений распределения Пирсона [113] $\chi_{крит}^2$ ($\alpha = 0,05$;

$k = n - l = 11) = 19,70$. Так как $\chi_{набл}^2 > \chi_{крит}^2$, то принимаем гипотезу о значимости коэффициента конкордации. Таким образом, значение коэффициента конкордации низкое, но значимое, и по этой причине принимаем решение об исключении мнений экспертов с некорректными оценками. Для этого сумму рангов S_i по каждому показателю X_i необходимо заменить на соответствующие ранги $R(S_i)$, начиная с $R(S_4) = 1$ для минимального значения $S_i = 23,0$. Далее для каждого эксперта подсчитывают разности по формуле (2.3) и их суммы $\sum_{i=1}^n \Delta R_{ij}$ для всех показателей.

$$\Delta R_{ij} = |R_{ij} - R(S_i)|. \quad (2.3)$$

Максимальное значение суммы отклонений $\sum_{i=1}^n \Delta R_{ij}$ свидетельствует о наибольшем отклонении ранговых оценок j -го эксперта от суммарных оценок всех экспертов. Ранговые оценки выявленного таким образом j -го эксперта исключают из сводной таблицы. На этом основании исключаем мнения третьего, четвертого и девятого экспертов. Далее рассчитываем новое значение W для оставшихся шести экспертов. В частности имеем: $\bar{S} = 0,5 \cdot 6 \cdot (12+1) = 39$;

$$W = \frac{3518}{\frac{1}{12} \cdot 36 \cdot (12^3 - 12) - 6 \cdot 22,5} = 0,70.$$

$\chi_{набл}^2 = 46,53 > \chi_{крит}^2 = 19,70$. Следовательно, с вероятностью 95% имеем значимую, удовлетворительную согласованность мнений экспертов, что позволяет значения коэффициентов весомости α_i показателей.

После установления экспертами определяющих свойств, рассчитывают коэффициенты весомости α_i по формуле:

$$\alpha_i = \frac{S_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i^{-1}}. \quad (2.4)$$

Перенормируем коэффициенты весомости α_i по каждой из четырех групп, чтобы сумма коэффициентов по каждой из групп равнялась единице, т.е. в виде

$$\beta_j = \frac{(\alpha_i)_j}{\sum_{j=1}^n (\alpha_i)_j} \quad (2.5)$$

Полученные результаты представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчета коэффициентов весомости показателей конкурентных преимуществ

Шифр эксперта	Ранговые оценки показателей												Сумма рангов \bar{S}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	
S_i	23,0	31,5	41,5	35,0	78,0	61,0	83,0	61,0	76,0	80,0	73,0	56,0	699,00
$(S_i - \bar{S})^2$	1260	729	289	552	380	6,0	600	6,0	289	462	225	6,2	4806,00
$R(S_i)$	1,0	2,0	4,0	3,0	10,0	6,0	12,0	6,0	9,0	11,0	8,0	5,0	
ΔR_1	1,0	1,0	2,0	0,5	2	2,5	1,5	0	0,5	2,5	2,0	5,5	21,00
ΔR_2	0	0,5	1,5	1,0	0	1,0	3,0	0	1,0	0	1,0	7,0	16,00
ΔR_3	1,0	0	2,0	3,0	5,5	3,5	2,5	0	2,0	6,5	2,0	7,0	35,00
ΔR_4	3,5	6,5	4,5	0,5	3,0	4,0	1,0	1,5	3,0	8,5	4,0	4,0	44,00
ΔR_5	0,5	1,0	2,0	2,0	2,5	2,0	4,5	3,5	0,5	1,0	3,0	3,5	26,00
ΔR_6	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0	4,0	2,0	1,0	19,00
ΔR_7	2,0	1,0	1,0	0	3,0	0	0,5	3,0	0	0,5	1,0	2,0	14,00
ΔR_8	0,5	2,0	0	1,5	2,0	3,0	3,0	3,0	2,5	0	1,5	1,0	20,00
ΔR_9	5,0	4,0	2,0	3,0	4,0	0	6,0	0	3,0	1,0	2,0	1,0	31,00
$S_i^{(6)}$	10,5	15,0	25,0	20,5	60,5	35,0	56,5	44,0	52,5	61,0	49,0	37,0	468
$(S_i - \bar{S})^2$	812	576	196	342	462	12	306	30	182	484	110	4	3518
S_i^{-1}	0,09	0,07	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,42
α_i	0,23	0,16	0,10	0,12	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	1,00
β_i	0,32	0,23	0,14	0,17	0,06	0,08	1,00	0,29	0,24	0,21	0,26	1,00	

Таким образом, внутренние конкурентные преимущества имеют следующие коэффициенты весомости, а именно: наличие собственного производства (0,23); высокотехнологичные (модернизированные) производственные мощности (0,16); оптимальный ассортимент выпускаемой продукции (0,10); необходимый уровень качества продукции (0,12); наличие СМК на предприятии (0,04); сертификация готовой продукции (0,07); постоянное обучение и соответствующие семинары для персонала предприятия (0,04); известность (репутация) предприятия на рынке (0,05); наличие готовой продукции на складе (0,05); представительства предпри-

ятия в регионах РФ (0,04); предоставление заказчикам продукции логистических услуг (0,05) и демократичная ценовая политика (0,05) (сумма коэффициентов весоности равна единице).

Перенормируемые коэффициенты весоности (β_j) внутренних конкурентных преимуществ по выделенным группам следующие:

- коэффициенты весоности конкурентных преимуществ по группе «Организация производства» принимают значения: $X_1 - 0,32$; $X_2 - 0,23$; $X_3 - 0,14$; $X_4 - 0,17$; $X_5 - 0,06$ и $X_6 - 0,08$ (сумма коэффициентов весоности равна единице);

- коэффициент весоности конкурентного преимущества по группе «Кадровое обеспечение» принимает значение $X_7 - 1,00$;

- коэффициенты весоности конкурентных преимуществ по группе «Сбытовая политика» принимают значения: $X_8 - 0,29$; $X_9 - 0,24$; $X_{10} - 0,21$ и $X_{11} - 0,26$ (сумма коэффициентов весоности равна единице);

- коэффициент весоности конкурентного преимущества по группе «Финансовая политика» принимает значение $X_{12} - 1,00$.

В итоге найденные коэффициенты весоности конкурентных преимуществ по выделенным группам будут использованы при определении комплексного (обобщенного) показателя конкурентного преимущества промышленных предприятий, производящих геотекстильные материалы, используемые при ремонте и строительстве автомобильных дорог.

Следующим этапом реализации алгоритма по оценке конкурентного преимущества промышленного предприятия (см. рис. 2.1) является установление нормативных (базовых) значений конкурентных преимуществ, для которых использовали экспертный метод [114].

Применение данного метода объясняется, тем, что фактические значения у большинства анализируемых показателей конкурентных преимуществ трудно установить другими методами (например, измерительным, регистрационным или расчетным). В качестве экспертов могут быть привлечены специалисты, участвовавшие в выделении внешних и внутренних конкурентных преимуществ предприятия. В данном случае эксперты оценивали каждый показатель конкурентного

преимущества по пятибалльной шкале порядка, где «1 балл» - не существенная значимость; «2 балла» - уровень значимости ниже среднего; «3 балла» - средний уровень значимости; «4 балла» - уровень значимости выше среднего; «5 баллов» - существенный уровень значимости.

В дальнейшем на основании представленных результатов по каждому показателю конкурентного преимущества промышленного предприятия суммируются экспертные оценки, которые используются при определении комплексного показателя конкурентных преимуществ (см. табл. 2.7).

На этапе реализации алгоритма (см. рис. 2.1), связанного с нахождением комплексного показателя конкурентного преимущества (КПКП), использовали выражение [115]:

$$КПКП = \frac{1}{5m} \left[\sum_{k=1}^s \left(\sum_{i=m_k+1}^{m_k+n_k} \left(\sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij} \right) \cdot \beta_i \right) \cdot \gamma_k \right], \quad (2.6)$$

где m - число экспертов;

\mathcal{E}_{ij} - оценка по пятибалльной шкале j -м экспертом i -го конкурентного преимущества предприятия;

β_i - коэффициент весомости i -го конкурентного преимущества предприятия;

γ_k - коэффициент весомости k -й группы конкурентных преимуществ предприятия;

s - количество групп конкурентных преимуществ предприятия;

n_k - количество показателей в k -ой группе;

m_k - сумма показателей в k -ой и предшествующих группах, причем

$$m_1 = 0, m_k = \sum_{r=1}^{k-1} n_r \text{ для } k = \overline{2, s}.$$

Для оценки уровня конкурентоспособности предприятия ООО «НИПРОМ-ТЕКС» в качестве конкурентов, производящих геотекстильные материалы, используемые в дорожном строительстве, предложены следующие промышленные предприятия: ООО «ПОШ-Волокно», г. Энгельс, Саратовской области;

ООО «СУБУР-Геотекстиль», г. Сургут; ООО «Челябнетма» и ЗАО «Втор-Ком», г. Челябинск.

Сравнительные характеристики промышленных предприятий, производящих нетканое иглопробивное геотекстильное полотно представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Данные для оценки конкурентных преимуществ предприятий, производящих нетканое иглопробивное геотекстильное полотно

Конкурентное преимущество	Предприятия производящие и реализующие нетканое иглопробивное геотекстильное полотно				
	ООО «НИПРОМ-ТЕКС»	ООО «ПОШ-Волокно»	ООО «СУБУР-Геотекстиль»	ООО «Челябнетма»	ЗАО «Втор-Ком»
1	2	3	4	5	6
Известность (репутация) предприятия на рынке	с 1995 г.	с 2000 г.	с 2009 г.	с 1970 г.	с 2007 г.
Наличие собственного производства	Да	Да	Да	Да	Да
Производственные мощности	Высокотехнологичная производственная линия	Модернизированная технологичная производственная линия	Высокотехнологичная производственная линия	Модернизированная технологичная производственная линия	Высокотехнологичная производственная линия
Ассортимент выпускаемой продукции	- «Геоманит Д»; - «Геоманит ДТ»	- «Дорнит»; - «Дорнит-ММ»	- «Дорнит»	- «Дорнит»	- «Дорнит»; - «Дорнит ТС»; - «Дорнит 350Б»; - «Дорнит 450Б»
Качество продукции	Да	Да	Да	Да	Да
Внедрение СМК на предприятии	СМ ИСО 9001-2000	Нет	Нет	Нет	СМ ИСО 9001-2011
Сертификация готовой продукции	Да	Да	Да	Да	Да

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
Обучение, семинары для персонала предприятия	Да	Да	Да	Да	Да
Представительства предприятия в регионах РФ	г. Москва; г. Иваново	Нет	г. Москва; г. Ростов-на-Дону; г. Сочи; г. Краснодар; г. Санкт-Петербург; г. Екатеринбург; г. Нижний Новгород	Нет	Нет
Предоставление заказчикам продукции логистических услуг	Да	Да	Да	Да	Да
Гибкая ценовая политика	Да	Да	Да	Да	Да
Наличие готовой продукции на складе	Да	Да	Да	Да	Да

Результаты вычисления КПКП для исследуемого предприятия и предприятий конкурентов приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8 - Результаты комплексной оценки конкурентных преимуществ предприятий по производству строительных материалов, используемых в дорожном строительстве

Показатели	Значимость	Оценка показателей				
		ООО «НИ-ПРОМТЕКС»	ООО «ПОШ-Волокно»	ООО «СИБУР-Геотекстиль»	ООО «Челябнетма»	ЗАО «Втор-Ком»
1	2	3	4	5	6	7
Организация производства	0,20					
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

1	2	3	4	5	6	7
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
Кадровое обеспечение	0,20					
Обучение, семинары для персонала предприятия	1,00	38	34	35	34	40
Сбытовая политика	0,35					
Известность (репутация) предприятия на рынке	0,29	39	39	37	39	37
Представительства предприятия в регионах РФ	0,24	37	26	38	26	18
Предоставление заказчикам продукции логистических услуг	0,21	39	38	39	38	35
Наличие готовой продукции на складе	0,26	40	43	44	43	42
Финансовая политика	0,25					
Гибкая ценовая политика	1,00	35	36	37	36	40
Комплексная оценка конкурентных преимуществ		0,84	0,79	0,81	0,79	0,84

В соответствии с выбранной шкалой порядка уровней градации комплексного (обобщенного) показателя конкурентных преимуществ для промышленных предприятий в варианте [106]: 0,91 ... 1,0 – «высокий»; 0,86 ... 0,90 – «приемлемый»; 0,61 ... 0,85 – «средний»; 0,1 ... 0,60 – «низкий», можно сделать вывод, о том, что значение КПКП для предприятия ООО «НИПРОМТЕКС» соответствует «среднему» уровню конкурентоспособности.

Таким образом, предлагаемая методика оценки конкурентного преимущества предприятия по производству геотекстильных материалов позволяет объективно оценивать его конкурентоспособность с учетом влияния различных факторов на внутренние преимущества.

2.3. Создание методики оценки конкурентного потенциала промышленного предприятия строительного комплекса

В разделе 2.1 представлены основные направления обеспечения конкурентоспособности промышленного предприятия, а так же обосновано выделение составляющей, связанной с его конкурентным потенциалом.

В работе [116] показано, что конкурентный потенциал может быть как внешним, так и внутренним по отношению к производственному предприятию. Внешний потенциал ориентирован на обеспечение устойчивости в неблагоприятных условиях рынка и направлен на развитие способностей субъекта гибко реагировать на изменения в окружающей среде, а также ориентирован на использование возможностей преодолевать препятствия на пути к успешному положению на рынке. Внутренний конкурентный потенциал представляет собой совокупность ресурсной базы предприятия по всем ее направлениям и направлен на ее формирование и развитие. На основании исследований, проведенных Ассоциацией менеджеров России и консалтинговой компанией Accenture [117], можно сделать вывод, что рост конкурентоспособности предприятия во многом зависит от эффективности использования внутренних ресурсов.

Как уже было отмечено в разделе 1.3, в качестве объекта исследования выбрано предприятие ООО «НИПРОМТЕКС» (г. Железногорск, Курская область), производящее ГТМ для дорожного строительства. Для исследуемого предприятия осуществлено выявление структуры внутреннего конкурентного потенциала промышленного предприятия, которое представляет собой определенную систему технологических и экономических отношений (см. рис. 2.2).

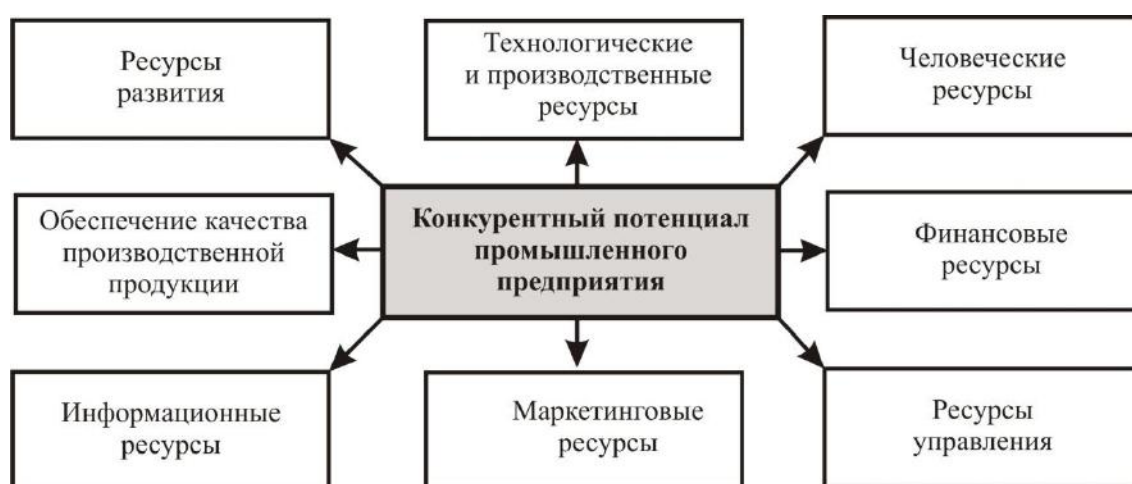


Рис. 2.2 - Структура внутреннего конкурентного потенциала промышленного предприятия

Характеристика внутренних ресурсов конкурентного потенциала предприятия в соответствии с рис. 2.2 представлена в табл. 2.9.

Таблица 2.9 – Характеристика внутренних ресурсов конкурентного потенциала промышленного предприятия

Вид ресурса	Характеристика потенциала
Технологические и производственные ресурсы	Научно-обозначенный уровень использования технологических и производственных ресурсов на основе реализации производства и финансовой деятельности
Финансовые ресурсы	Планируемый уровень финансовых результатов, платежеспособности и деловой активности
Маркетинговые ресурсы	Ориентация формирования возможностей промышленного предприятия на потребителя
Обеспечение качества производимой продукции	Обеспечение качества производимой продукции в соответствии с требованиями потребителей, а также экономия ресурсов предприятия за счет уменьшения (устранения) брака и дефектов производимой продукции
Человеческие ресурсы	Использование человеческих ресурсов, объединение их внутри промышленного предприятия, в том числе интеллектуального (образовательного) потенциала данного предприятия
Ресурсы развития	Ориентация на постоянное обновление производства продукции с меньшей ресурсоемкостью и большим качеством сравнительно с аналогичной продукцией на данном рынке для удовлетворения нужд клиентов
Ресурсы управления	Организационная структура управления предприятием, уровень внутрифирменного менеджмента, а также внутренние и внешние деловые коммуникации данного предприятия
Информационные ресурсы	Совокупность профессиональной и деловой информации, имеющейся в распоряжении предприятия, а также технологии создания, воспроизведения, представления и защиты информации

Для количественной оценки уровня конкурентного потенциала промышленного предприятия необходимо создание соответствующей методики. Сформированный алгоритм методики оценки конкурентного потенциала промышленного предприятия представлен на рис. 2.3.

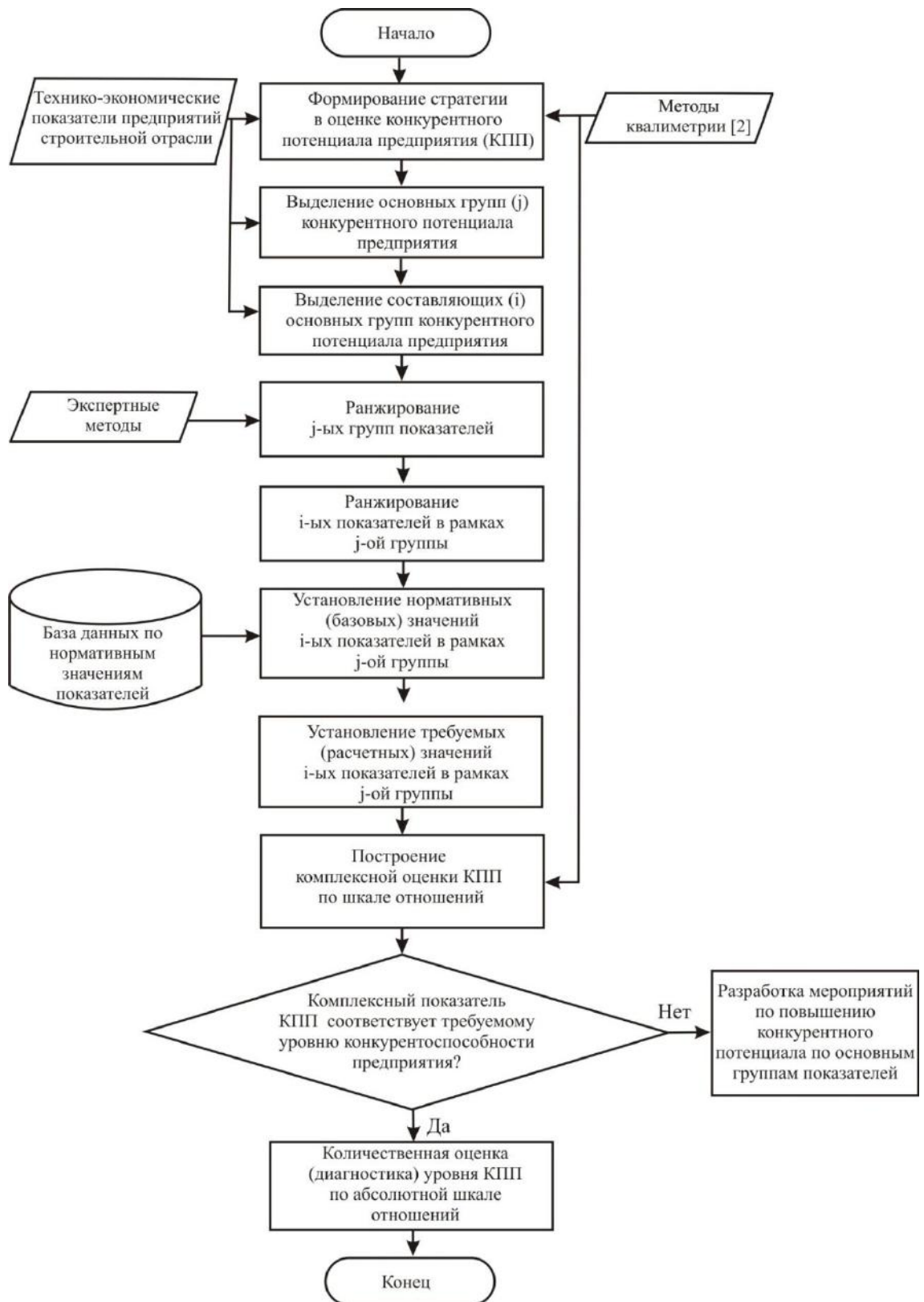


Рис. 2.3 – Блок-схема алгоритма комплексной оценки конкурентного потенциала промышленного предприятия [118]

В соответствии с представленным на рис. 2.3 алгоритмом, в табл. 2.10 отражены основные показатели внутренних ресурсов конкурентного потенциала, с указанием их максимальных конкурентных значений, которые в наибольшей степени характеризуют технологические и сбытовые возможности промышленного предприятия ОАО «НИПРОМТЕКС».

Таблица 2.10 – Значения показателей внутренних групп ресурсов, оказывающие влияние на формирование конкурентного потенциала промышленного предприятия

Наименование показателя и единица измерения	Обозначение	Значение i -го показателя	
		базовое (б)	фактическое (ф)
1	2	3	4
Технологические и производственные ресурсы	X_1	-	-
Автоматизация производства, %	$(X_1)_1$	100	104
Непрерывность производства, %	$(X_1)_2$	100	98
Уровень брака продукции, %	$(X_1)_3$	10	0
Загрузка основного производства, %	$(X_1)_4$	90	86
Срок эксплуатации производственного оборудования (линии), кол-во лет	$(X_1)_5$	5	6
Износ производственного оборудования (линии), %	$(X_1)_6$	20	24
Фондоотдача	$(X_1)_7$	1,75	1,75
Вынужденный простой производственного оборудования, дней за год	$(X_1)_8$	15	65
Финансовые ресурсы	X_2	-	-
Объем производства геотекстильных материалов, тыс. м ² в год	$(X_2)_1$	1 196	1 300
Выручка предприятия от продажи геотекстильных материалов, тыс. руб.	$(X_2)_2$	21 528	23 400
Чистая прибыль предприятия, тыс. руб.	$(X_2)_3$	17,20	18,70
Рентабельность продаж, %	$(X_2)_4$	4	3
Цена единицы продукции предприятия, руб./м ²	$(X_2)_5$	18,00	18,00
Маркетинговые ресурсы	X_3	-	-
Число субъектов, потребляющих продукцию предприятия, кол.	$(X_3)_1$	65	80
Число стран СНГ, потребляющих продукцию предприятия, кол.	$(X_3)_2$	10	10
Число зарубежных партнеров, потребляющих продукцию предприятия, кол.	$(X_3)_3$	5	2
Количество видов ассортимента геотекстильных материалов, шт.	$(X_3)_4$	8	11

1	2	3	4
Количество новых видов ассортимента геотекстильных материалов, шт.	$(X_3)_5$	1	3
Доля расходов на товародвижение, рекламу в бюджете предприятия, %	$(X_3)_6$	1	1
Обеспечение качества производимой продукции	X_4	-	-
Доля отказов заказчиков от произведенной продукции (геотекстильных материалов) в связи с не соответствием требованиям технических условий, %	$(X_4)_1$	5	5
Доля затрат на улучшение качества производимых геотекстильных материалов, %	$(X_4)_2$	3	3
Уровень соблюдения технологической дисциплины, %	$(X_4)_3$	100	100
Аттестации производственного оборудования и ремонта, %	$(X_4)_4$	100	100
Человеческие ресурсы	X_5	-	-
Количество работников, задействованных в производстве геотекстильных материалов, чел.	$(X_5)_1$	35	38
Средний возраст работников, лет	$(X_5)_2$	40	35
Производительность труда, м ² /час.	$(X_5)_3$	660	660
Доля работников с высшим образованием, %	$(X_5)_4$	40	40
Доля работников со специальным образованием, %	$(X_5)_5$	35	35
Доля работников с профессиональным образованием, %	$(X_5)_6$	25	25
Доля работников, обучающихся в техникумах и вузах, %	$(X_5)_7$	0	10
Повышение квалификации, %	$(X_5)_8$	5	5
Уровень заработной платы	$(X_5)_9$	1,00	1,00
Доля нарушителей трудовой дисциплины, %	$(X_5)_{10}$	0,05	0,04
Частота несчастных случаев в производстве, %	$(X_5)_{11}$	0,01	0,01
Доля неаттестованных рабочих мест, кол.	$(X_5)_{12}$	1	1
Количество рационализаторских предложений, кол.	$(X_5)_{13}$	0,21	0,21
Потери рабочего времени при техническом обслуживании оборудования и ремонте, %	$(X_5)_{14}$	10	10
Коэффициент штатности	$(X_5)_{15}$	0,89	0,89
Текучесть кадров, чел.	$(X_5)_{16}$	5	5
Ресурсы развития	X_6	-	-
Прирост объема производства, %	$(X_6)_1$	8	8
Прирост прибыли, %	$(X_6)_2$	5	12
Прирост числа постоянных клиентов-покупателей геотекстильных материалов, %	$(X_6)_3$	20	8
Внедрение новых технологий (оборудования) для производства геотекстильных материалов, кол.	$(X_6)_4$	1	7
Экономический эффект от внедрения новых технологий по производству геотекстильных материалов, %	$(X_6)_5$	100	92
Темп обновления технологического оборудования и ремонта, %	$(X_6)_6$	30	60
Доля инвестирования, %	$(X_6)_7$	5	12
Ресурсы управления	X_7	-	-
Доля управленцев в общей численности персонала предприятия, %	$(X_7)_1$	4,20	4,20
Эффективность управления, тыс. руб./чел.	$(X_7)_2$	150,00	150,00
Коэффициент неорганизованности производства	$(X_7)_3$	0,90	0,78

1	2	3	4
Информационные ресурсы	X_8	-	-
Уровень значимости и востребованности информации, используемой на предприятии, %	$(X_8)_1$	100	100
Доля затрат предприятия на информационные ресурсы, %	$(X_8)_2$	7,50	7,50
Доля автоматизации процесса документооборота на предприятии, %	$(X_8)_3$	90	86

Следующим этапом формирования методики оценки в соответствии с алгоритмом, представленном на рис. 2.3, являлось ранжирование основных групп конкурентного потенциала, для чего воспользовались экспертным методом [119].

Экспертам был предложен следующий перечень основной группы показателей: 1) технологические и производственные ресурсы; 2) финансовые ресурсы; 3) маркетинговые ресурсы; 4) обеспечение качества производимой продукции; 5) человеческие ресурсы; 6) ресурсы развития; 7) ресурсы управления; 8) информационные ресурсы.

Для автоматизации процесса обработки экспертного опроса по соответствующей форме, из-за значительной трудоемкости расчетов [120] (см. раздел 2.2), осуществлялось с применением специальной компьютерной программы, составленной в оболочке Matlab 6.5 [121]. Результаты экспертного опроса представлены на рис. 2.4.

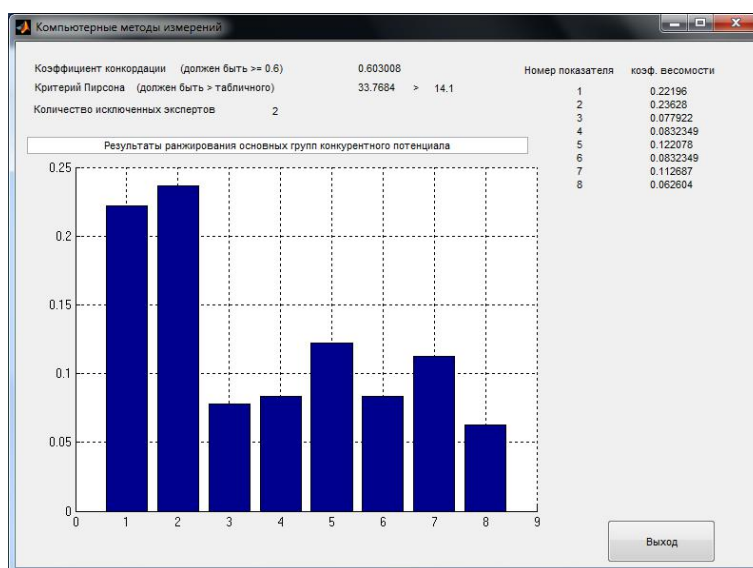


Рис. 2.4 – Результаты экспертного опроса специалистов по основным группам конкурентного потенциала промышленного предприятия

Исходя из полученных результатов (см. рис. 2.4) можно сделать вывод, что величина коэффициента конкордации, равная 0,60, является значимой ($W \geq 0,60$), и поэтому подобранные эксперты (девять человек) имеют между собой хорошую согласованность.

Значения коэффициентов весомостей для выбранных показателей основных групп конкурентного потенциала: технологические и производственные ресурсы (0,22); финансовые ресурсы (0,24); маркетинговые ресурсы (0,08); обеспечение качества производимой продукции (0,08); человеческие ресурсы (0,12); ресурсы развития (0,08); ресурсы управления (0,11); информационные ресурсы (0,07); (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

Аналогичным образом определяли коэффициенты весомости для составляющих групп конкурентного потенциала промышленного предприятия. В частности на рис. 2.5 представлены результаты экспертного опроса специалистов по группе «Технологические и производственные ресурсы».

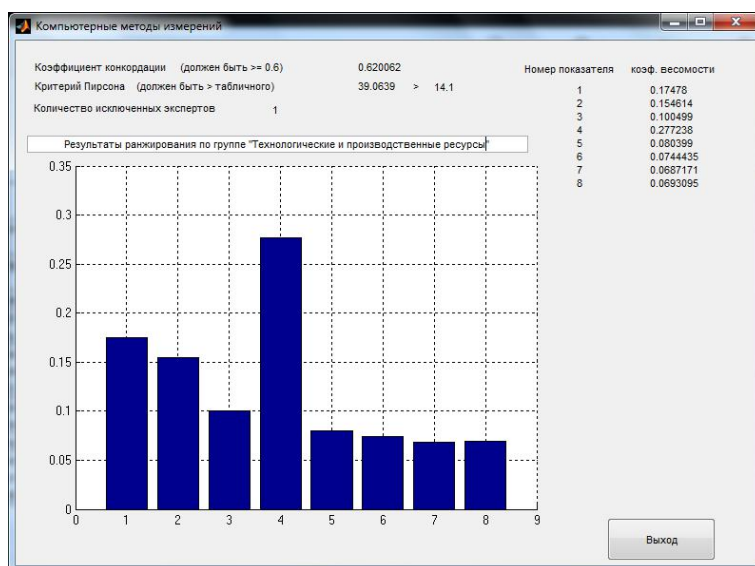


Рис. 2.5 – Результаты экспертного опроса специалистов по группе «Технологические и производственные ресурсы»

Остальные данные по соответствующим группам сведены в табл. 2.11.

На следующем этапе реализации алгоритма методики оценки конкурентного потенциала промышленного предприятия, устанавливаем фактические и нормативные (базовые) значения конкурентного потенциала.

При определении фактических и нормативных значений воспользовались данными, представленными предприятием ООО «НИПРОМТКЕС». В качестве нормативных (базовых) значений принимались значения предыдущего периода (2014 год), а фактическими значениями являлись данные последующего отчетного периода (2015 год) (см. табл. 2.10).

В дальнейшем определяли комплексный показатель конкурентного потенциала ($KПП$), который включает следующие комплексные составляющие [122]:

$$KПП \subset [(KП)_{ТПР}, (KП)_{ФР}, (KП)_{МР}, (KП)_{ОКПП}, (KП)_{ЧР}, (KП)_{РР}, (KП)_{РУ}, (KП)_{ИР}], \quad (2.7)$$

- где $(KП)_{ТПР}$ – технологические и производственные ресурсы (ТПР);
 $(KП)_{ФР}$ – финансовые ресурсы (ФР);
 $(KП)_{МР}$ – маркетинговые ресурсы (МР);
 $(KП)_{ОКПП}$ – обеспечение качества производимой продукции (ОКПП);
 $(KП)_{ЧР}$ – человеческие ресурсы (ЧР);
 $(KП)_{РР}$ – ресурсы развития (РР);
 $(KП)_{РУ}$ – ресурсы управления (РУ);
 $(KП)_{ИР}$ – информационные ресурсы (ИР).

Для определения комплексного показателя каждой группы воспользуемся формулой:

$$KПП = \sum_{j=1}^k \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\frac{(X_{\phi})_i}{(X_{\sigma})_i} \right]^{sgnb} \cdot \alpha_i \right\} \cdot \alpha_j, \quad (2.8)$$

где $(X_{\phi})_i, (X_{\sigma})_i$ – фактическое и базовое значение i -го единичного показателя

$$sgnb = \begin{cases} +1, & \text{если } (X_{\phi})_i < (X_{\sigma})_i, \\ -1, & \text{если } (X_{\phi})_i > (X_{\sigma})_i, \\ 0, & \text{если } (X_{\phi})_i = (X_{\sigma})_i; \end{cases}$$

- α_i - i -ый коэффициент весомости в j -ой группе конкурентного потенциала ($\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$);
- α_j - коэффициент весомости j -ой группы конкурентного потенциала ($\sum_{i=1}^k \alpha_j = 1$).

Далее осуществляли оценку комплексного показателя конкурентного преимущества. Для оценки КПП при его формировании в шкале отношений необходимо развернуть выражение (2.7) с учетом весомостей их составляющих в виде [123]:

$$\begin{aligned}
 \text{КПП} = & (\text{КП})_{\text{ТПР}} \cdot \alpha_{\text{ТПР}} + (\text{КП})_{\text{ФР}} \cdot \alpha_{\text{ФР}} + (\text{КП})_{\text{МР}} \cdot \alpha_{\text{МР}} + (\text{КП})_{\text{ОКПП}} \cdot \alpha_{\text{ОКПП}} + \\
 & + (\text{КП})_{\text{ЧР}} \cdot \alpha_{\text{ЧР}} + (\text{КП})_{\text{РР}} \cdot \alpha_{\text{РР}} + (\text{КП})_{\text{РУ}} \cdot \alpha_{\text{РУ}} + (\text{КП})_{\text{ИР}} \cdot \alpha_{\text{ИР}} \leq 1.
 \end{aligned}
 \quad (2.9)$$

Первоначально осуществим расчет комплексного показателя по каждому показателю основной группы с помощью числовых значений приведенных в табл. 2.10 и 2.11 (см. табл.2.12).

Таблица 2.12 – Расчеты комплексных показателей конкурентного потенциала

Наименование группы	Расчет комплексного показателя группы
1	2
Технологические и производственные ресурсы	$ \begin{aligned} \text{КП}_{\text{ТПР}} = & \left(\frac{104}{100}\right)^{-1} \cdot 0,17 + \frac{98}{100} \cdot 0,15 + \frac{0}{10} \cdot 0,10 + \frac{86}{90} \cdot 0,28 + \\ & + \left(\frac{6}{5}\right)^{-1} \cdot 0,08 + \left(\frac{24}{20}\right)^{-1} \cdot 0,07 + \frac{1,75}{1,75} \cdot 0,07 + \left(\frac{65}{15}\right)^{-1} \cdot 0,08 = 0,81 \end{aligned} $
Финансовые ресурсы	$ \begin{aligned} \text{КП}_{\text{ФР}} = & \left(\frac{1300}{1196}\right)^{-1} \cdot 0,12 + \left(\frac{23400}{21528}\right)^{-1} \cdot 0,16 + \left(\frac{18,7}{17,2}\right)^{-1} \cdot 0,10 + \\ & + \frac{3}{4} \cdot 0,35 + \frac{18}{18} \cdot 0,27 = 0,88 \end{aligned} $
Маркетинговые ресурсы	$ \begin{aligned} \text{КП}_{\text{МР}} = & \left(\frac{80}{65}\right)^{-1} \cdot 0,16 + \frac{10}{10} \cdot 0,10 + \frac{2}{5} \cdot 0,09 + \left(\frac{11}{8}\right)^{-1} \cdot 0,31 + \\ & + \left(\frac{3}{1}\right)^{-1} \cdot 0,20 + \frac{1}{1} \cdot 0,14 = 0,71 \end{aligned} $

1	2
Обеспечение качества производимой продукции	$KП_{ОКПП} = \frac{5}{5} \cdot 0,22 + \frac{3}{3} \cdot 0,31 + \frac{100}{100} \cdot 0,34 + \frac{100}{100} \cdot 0,14 = 1,0$
Человеческие ресурсы	$KП_{ЧР} = \left(\frac{38}{35}\right)^{-1} \cdot 0,27 + \frac{35}{40} \cdot 0,06 + \frac{660}{660} \cdot 0,09 + \frac{40}{40} \cdot 0,06 +$ $+ \frac{35}{35} \cdot 0,07 + \frac{25}{25} \cdot 0,05 + \left(\frac{10}{0}\right)^{-1} \cdot 0,05 + \frac{5}{5} \cdot 0,04 + \frac{1}{1} \cdot 0,08 +$ $+ \frac{0,04}{0,05} \cdot 0,03 + \frac{0,01}{0,01} \cdot 0,03 + \frac{1}{1} \cdot 0,03 + \frac{0,21}{0,21} \cdot 0,05 + \frac{10}{10} \cdot 0,03 +$ $+ \frac{0,89}{0,89} \cdot 0,03 + \frac{5}{5} \cdot 0,03 = 0,89$
Ресурсы развития	$KП_{РР} = \frac{8}{8} \cdot 0,34 + \left(\frac{12}{5}\right)^{-1} \cdot 0,12 + \frac{8}{20} \cdot 0,19 + \left(\frac{7}{1}\right)^{-1} \cdot 0,11 +$ $+ \frac{92}{100} \cdot 0,08 + \left(\frac{60}{30}\right)^{-1} \cdot 0,08 + \left(\frac{12}{5}\right)^{-1} \cdot 0,08 = 0,63$
Ресурсы управления	$KП_{РУ} = \frac{4,2}{4,2} \cdot 0,42 + \frac{150}{150} \cdot 0,38 + \frac{0,78}{0,90} \cdot 0,2 = 0,97$
Информационные ресурсы	$KП_{ИР} = \frac{100}{100} \cdot 0,22 + \frac{7,5}{7,5} \cdot 0,56 + \frac{86}{90} \cdot 0,22 = 0,99$

Для расчета $KПП$ воспользуемся формулой (2.9) и полученными результатами КП по каждой группе показателей конкурентного потенциала, а также значениями коэффициентов весомости, представленные на рис. 2.4 [123].

$$KПП = 0,81 \cdot 0,22 + 0,88 \cdot 0,24 + 0,71 \cdot 0,08 + 1,0 \cdot 0,08 + 0,89 \cdot 0,12 +$$

$$+ 0,63 \cdot 0,08 + 0,97 \cdot 0,11 + 0,99 \cdot 0,07 = 0,88.$$

В результате расчета в соответствии с (2.9) и по данным табл. 2.12 имеем $KПП = 0,88$, что показывает на высокий уровень конкурентоспособности предприятия, т.к. по шкале порядка: $KПП = 0,81 \dots 1,0$ – имеет высокий уровень конкурентоспособности; $0,61 \dots 0,80$ – имеет приемлемый уровень конкурентоспособности; $0,41 \dots 0,60$ – имеет средний уровень конкурентоспособности; до $0,40$ – имеет низкий уровень конкурентоспособности [106].

Как было отмечено ранее, человеческие ресурсы являются одной из основных составляющих конкурентного потенциала, которую, в свою очередь, можно

охарактеризовать как «эффективный персонал». В соответствии с [124] под определением «эффективный персонал» понимают конкурентоспособность отдельных работников и их групп, которая в значительной степени зависит от механизма функционирования человеческого ресурса в производственно-финансовом процессе. Разновидности эффективности персонала классифицируют по различным признакам. В частности в зависимости от числа оцениваемых показателей (отдельная, комплексная). В зависимости от достигнутого уровня (высокий, приемлемый, средний и низкий).

Влияние профессионального уровня персонала промышленного предприятия на эффективность его деятельности показана в ряде работ [125]. Для установления дополнительных взаимосвязей функционального вида качества продукции от профессионального уровня были проведены исследования на анализируемом предприятии ООО «НИПРОМТЕКС».

Одной из наиболее распространенных оценок результативности технологических процессов является уровень дефектности, выражаемый отношением объемов выявленной несоответствующей продукции (брака) к общему объему её выпуска. Одним из основных факторов, который оказывает влияние на снижение уровня дефектности при производстве продукции, является привлечение высококвалифицированных исполнителей и специалистов [125]. Вместе с тем реальные обстоятельства, в которых функционируют предприятия строительного комплекса (дефицит финансовых ресурсов, текучесть кадров и др.), зачастую не дают возможность обеспечивать максимальный уровень компетентности персонала. Речь, скорее, должна идти о достижении некоторого приемлемого или оптимального уровня профессионализма для достижения поставленных целей в области требуемого уровня качества продукции. В связи с этим, возникает необходимость в проведении аналитического исследования для количественного определения взаимосвязи между уровнем профессионализма и уровнем качества продукции. Рассмотрим вариант решения данной задачи с применением инструментария корреляционно-регрессионного анализа [126].

На первом этапе исследования решалась проблема определения ряда численных значений для такого фактора, как «профессионализм», который будет принят в качестве основного аргумента формируемой модели условий обеспечения требуемого уровня качества продукции. Следует отметить, что понятие «профессионализм» [127], [128] может охватывать достаточно большой спектр составляющих и включает в себя: уровень образования; трудовой стаж работников, задействованных в основном производстве; производительность труда; регулярное повышение квалификации; трудовую дисциплину; активность рационализаторских предложений и т.п. Прежде всего, необходимо уточнить совокупность перечисленных составляющих и привести ее к ясной числовой форме с помощью классических приемов. Отметим, что для построения адекватной математической модели не рекомендуется объединять весь перечисленный набор составляющих в один критерий, т.к. это может привести к снижению чувствительности модели в связи со случайным влиянием множества взаимокомпенсирующих величин. Поэтому выделим наиболее значимые составляющие, а именно те из них, которые лежат в основе профессионализма: трудовой стаж и уровень образования работников, задействованных в основном производстве. Соответственно, из дальнейшего анализа предлагается исключить составляющие, которые по отношению к профессионализму являются его следствием (например, производительность труда, количество рационализаторских предложений и т.п.).

На следующем этапе исследования устанавливаем шкалы перевода выбранных составляющих профессионализма «уровень образования» и «трудовой стаж» из качественной характеристики в количественную. Для этого предложена переводная таблица, в которой осуществлено распределение фактического состава работающих сотрудников предприятия по четырем градациям (см. табл. 2.13). Таким образом, осуществлен перевод двух независимых составляющих из абсолютных величин в условные, удобные для числовой обработки.

Таблица 2.13 - Условные оценки уровня образования и трудового стажа работников, задействованных в основном производстве ГТМ

Условная оценка q_i , баллы	Уровень образования $(q_1)_{abc}$	Трудовой стаж $(q_2)_{abc}$
1	Студенты (неполное образование)	от 1 до 5 лет
2	Начальное профессиональное образование	от 6 до 10 лет
3	Среднее профессиональное образование	от 11 до 15 лет
4	Высшее образование	от 16 до 20 лет

Учитывая равную значимость составляющих «уровень образования» и «трудовой стаж», представленных в табл. 2.13, а также необходимость снижения их взаимной компенсации, применим геометрический способ усреднения и получим выражение для расчета обобщенной величины «профессионализма»

$$X_{np} = \prod_{i=1}^n q_i^{\alpha_i}, \quad (2.10)$$

где α_i – коэффициент весомости i -й составляющей;

n – количество составляющих ($n = 2$).

Поскольку весомость составляющих принята равной ($\alpha_1 = \alpha_2 = 1/n = 0,5$), то выражение для вычисления «профессионализма» (аргумента математической модели) примет вид

$$X_{np} = \sqrt{q_1 q_2}. \quad (2.11)$$

Преимуществом использования геометрического способа усреднения перед арифметическим и гармоническим способами является то, что полученный результат более чувствителен к изменению значений каждой составляющей [70].

Фактические значения учитываемых составляющих q_1 и q_2 за период с 2009 по 2015 годы определены посредством анализа списочного состава работающих, а именно как средневзвешенные оценки на основе анкетных данных. Ряд значений обобщенной оценки фактора «профессионализм» (см. табл. 2.14) получены с использованием выражения (2.11).

Таблица 2.14 - Результаты определения числовых значений «профессионализма»

Год наблюдения	Уровень образования q_1 , баллы	Трудовой стаж q_2 , баллы	Оценка профессионализма, баллы
2009	3,50	2,82	3,14
2010	3,35	2,82	3,07
2011	4,35	2,58	3,34
2012	4,10	3,00	3,51
2013	4,15	2,97	3,51
2014	4,15	3,14	3,61
2015	4,30	3,13	3,67

На следующем этапе для построения математической модели сопоставляли уровень профессионализма с фактическим уровнем брака за анализируемый период. Необходимо отметить, что под браком ГТМ в практическом применении понимают продукцию, не подходящую по отклонениям физико-механических показателей и наличию дефектов внешнего вида (неоднородность, перекосы, складки, загрязнения, дыры и др.), которые возникают в результате неверной настройки оборудования, нарушений технологического процесса производства, использования некачественного исходного сырья [129].

Для определения фактического уровня брака также проведены статистические наблюдения, которые выявили процент возникновения несоответствующей продукции в процессе производства ГТМ, производимых на анализируемом предприятии. Результаты наблюдений приведены в табл. 2.15.

Таблица 2.15 - Результаты исследования целевой функции «уровень брака продукции»

Год наблюдения	Значение уровня дефектности Y_j (%) для торговой марки		Средний уровень дефектности \bar{Y} , %
	Геоманит Д	Геоманит ДТ	
2009	10,81	11,27	11,04
2010	11,37	11,13	11,25
2011	8,97	8,77	8,87
2012	8,32	7,50	7,91
2013	8,80	6,61	7,71
2014	7,57	8,49	8,03
2015	7,12	7,48	7,30

Дисперсия воспроизводимости оказалась равной 0,48. При этом результаты наблюдений по годам согласно критерию Кочрена можно считать однородными. Дальнейшую обработку результатов наблюдений осуществляли с использованием компьютерной программы Advanced Grapher, где в результате получено уравнение в виде полинома второго порядка (см. рис. 2.6).

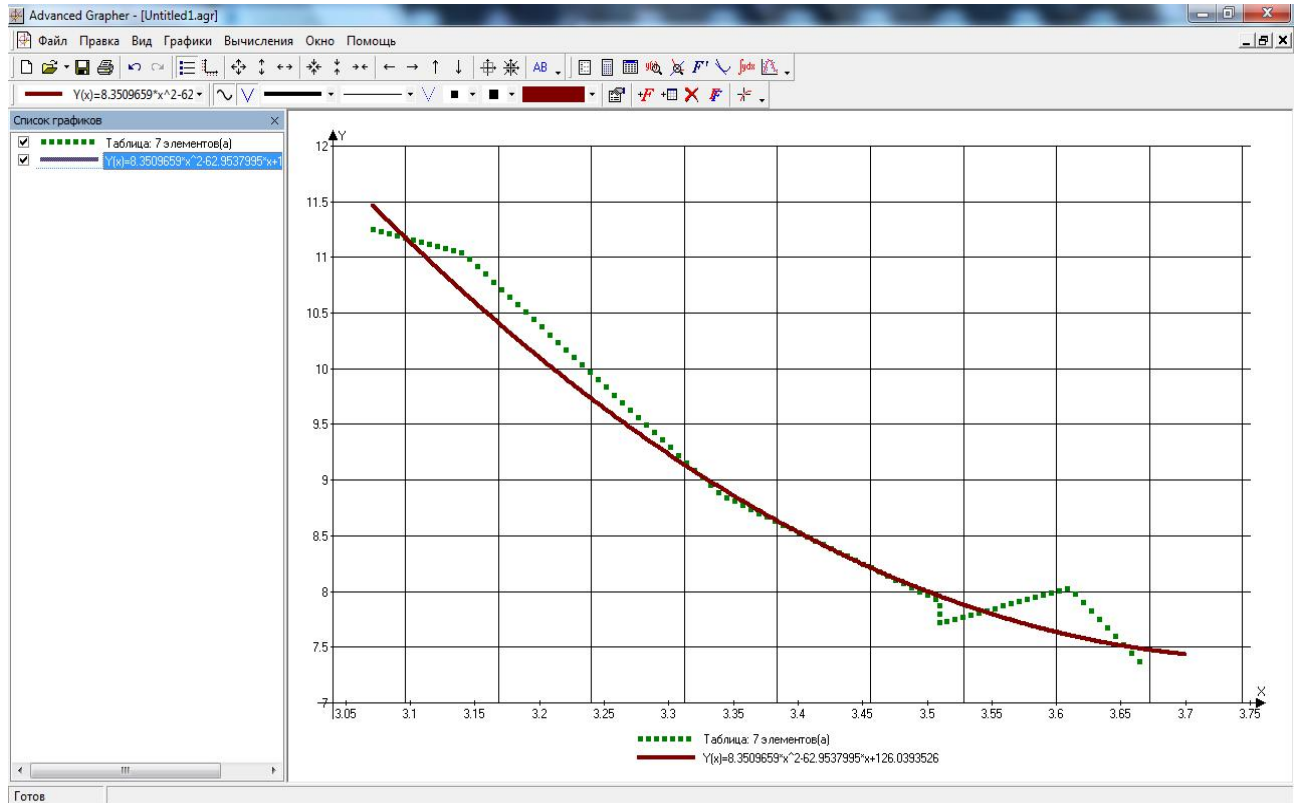


Рис. 2.6 - Математическая модель

Дисперсия неадекватности модели эмпирическим данным определена на уровне 0,11. Таким образом, расчетное значение критерия Фишера для оценки адекватности полученной математической модели составило $F_R = 4,32$. Табличное значение критерия $F_T [P_\alpha = 0,95; f_{\text{воспр}} = 7 \cdot (2-1) = 7; f_{\text{ад}} = 7-3 = 4] = 6,39$. На данном основании можно сделать вывод, что полученная модель адекватна.

Проведя анализ распределения расчетных данных (см. рис. 2.6), можно сделать вывод, что характер модели имеет следующие особенности: на начальном этапе повышения профессионализма (от 3 до 3,5 баллов) наблюдается значительное снижение уровня дефектности выпускаемой продукции (с 11,5 до 8%), после чего динамика снижения уровня брака замедляется и достигает определенного

предела насыщения (около 7,5%), т.е. повышение уровня профессионализма персонала с определенного момента не дает заметного снижения брака в процессе производства, но вместе с тем позволяет удерживать его на определенном уровне.

Таким образом, использование полученной модели позволит работникам кадровых служб предприятий планировать и корректировать кадровый состав работников основного производства ГТМ по критерию «профессионализм», опираясь на установленные целевые показатели в области качества.

Таким образом, предлагаемая методика оценки конкурентного потенциала предприятия по производству геотекстильных материалов, применяемых при строительстве и ремонте автомобильных дорог, позволяет объективно оценить его конкурентоспособность с учетом влияния различных условий на внутренние факторы производства [130].

2.4. Количественная оценка результативности СМК предприятия по производству строительных материалов

Важнейшим аспектом планирования, организации и совершенствования деятельности промышленного предприятия является определение ясных критериев его результативности процессов на всех этапах жизненного цикла производимой продукции. Сущность понятия *«результативность»* с точки зрения процессного подхода заложена в стандартах ИСО серии 9000 [131], где под результативностью понимают *степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов*. Приведенное определение в обобщенном виде раскрывают алгоритм действий по получению и интерпретации количественной оценки, однако на практике проблема формирования взвешенной, чувствительной и информативной оценки результативности по-прежнему остается актуальной для большинства организаций. Сложность решения задачи по получению объективной оценки о результативности на уровне промышленного предприятия обусловлена следующими факторами:

- значительным количеством и сложностью взаимосвязей процессов, реализуемых в рамках производственной системы;
- разнообразием требований заинтересованных сторон и многокритериальностью выполняемых процессов;
- отсутствием достаточных сведений о значимости тех или иных процессов или требований;
- недостаточной степенью научно-методической проработки определения частных показателей результативности.

Известные работы по созданию методического обеспечения по количественной оценке технологической результативности конкретного производственного процесса [53] решали проблему в соответствии со спецификой искомого технологического процесса. Другие известные работы в области методологии оценки результативности СМК предприятия (организации) [132...134], решали задачи, связанные с локальным подходом в направлении информационного обеспечения оценки.

В нашем случае сделан акцент на комплексное научно-методическое решение проблемы по оценке результативности СМК промышленного предприятия.

При разработке номенклатуры показателей результативности и методики оценки исходили из следующих требований:

- система показателей должна быть способной охватывать отдельные процессы, подразделения, а также деятельность предприятия в целом;
- показатели должны адекватно оценивать сущность процессов и быть понятными персоналу и руководству;
- набор показателей в каждом процессе должен отражать все применимые требования (цели);
- методика должна быть достаточно простой в использовании и гибкой в случае внесения структурных и иных изменений в производственную систему;
- числовые значения показателей результативности должны представляться в абсолютной шкале - от нуля до единицы, удобной для интерпретации и принятия решений руководством;

- показатели должны учитывать выполнение требований не только по техническим аспектам, но и в отношении исполнительской дисциплины, претензий потребителей и др.

Рассмотрим ограничения, которые установлены в [44] и ассоциируются с определением результативности. В контексте создания системы менеджмента качества (п. 4.1) организации должны определить необходимые процессы, установить критерии результативности этих процессов, осуществлять мониторинг, измерение и анализ соответствующих процессов. Отсюда можно сделать вывод, что обязательным условием оценки результативности является наличие четких критериев, выражаемых конкретными нормативными требованиями, заданиями, планами и целями. Очевидно, также, что определение результативности некоторой системы невозможно без оформленной процессной модели, в которой каждая выполняемая функция идентифицирована и занимает соответствующее положение в иерархической структуре, начиная от макропроцессов и, заканчивая элементарными операциями. Техническая поддержка оценки результативности состоит в налаженной системе сбора, регистрации и систематизации данных по запланированным контрольным точкам в технологических, административных и обеспечивающих процессах. Методы мониторинга процессов должны быть определены официально в соответствующей документации и могут включать в себя различные инструменты (системы типа SCADA для автоматизированного контроля и диспетчирования технологических процессов в режиме on-line; методы испытаний и контроля в режиме of-line, осуществляемые в условиях лабораторий; регистрация определенных событий, возникающих при осуществлении процессов и на переходах между процессами; анкетирование и опросы различного характера; аудиторские проверки). К рассмотрению, прежде всего, должны приниматься укрупненные блоки процессов ответственности руководства, менеджмента ресурсов, жизненного цикла продукции, а также процессы измерения, анализа и улучшения. Эти блоки характерны для любой организации, независимо от специфики деятельности и вида выпускаемой продукции.

Таким образом, процедура оценки результативности по каждому объекту мониторинга (процессу, подразделению) представляет собой последовательное выполнение цикла «сбор первичных данных» – «вычисление текущих значений сводных характеристик» – «сопоставление текущих значений с базовыми (целями)» – «получение оценки результативности и ее интерпретация». Дальнейшее обобщение частных оценок в комплексную оценку обусловлено структурой процессной модели и значимостью отдельных процессов на соответствующем уровне.

На основе вышесказанного сформируем общий алгоритм (см. рис. 2.7) определения результативности промышленного предприятия (системы менеджмента).

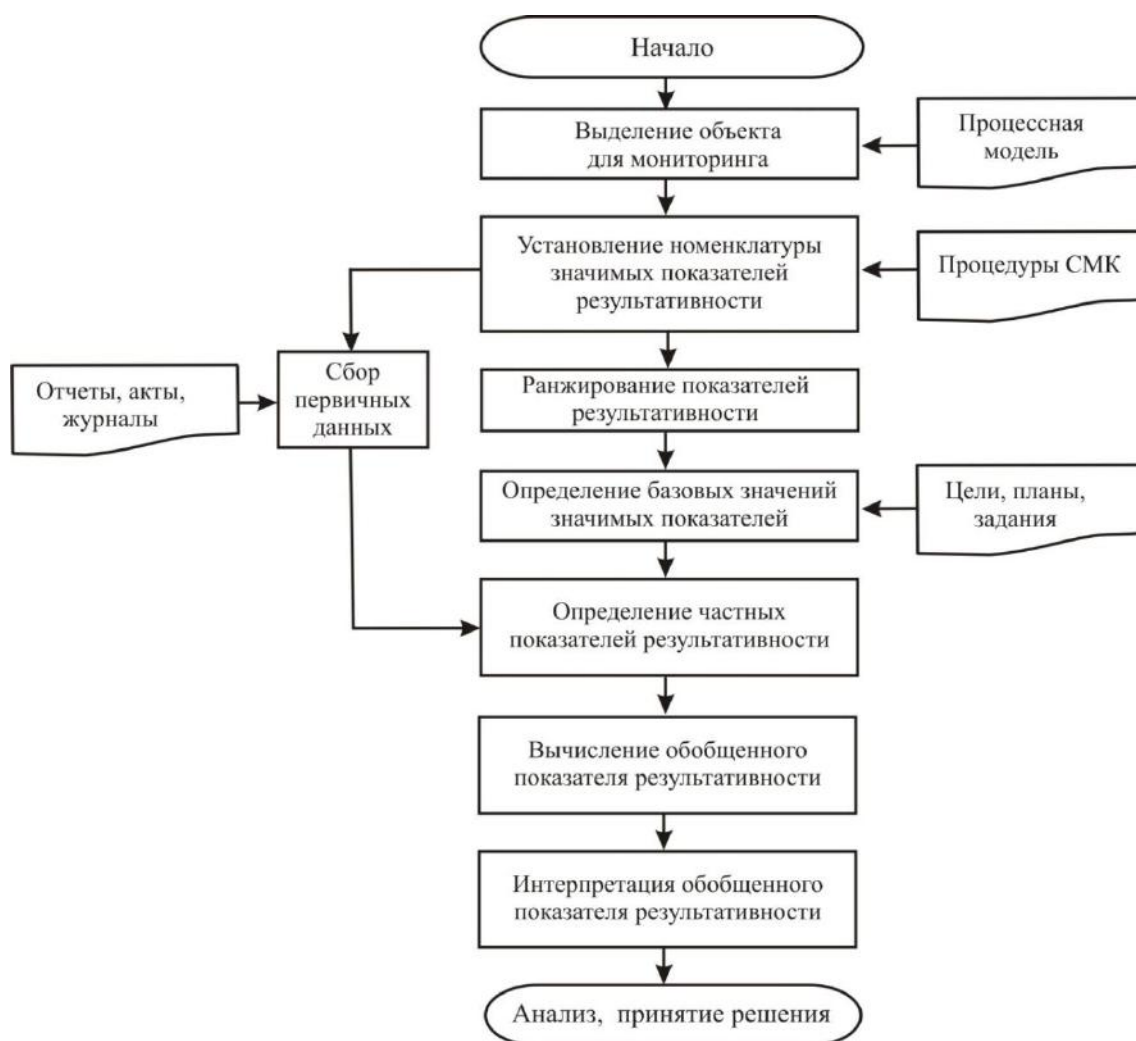


Рис. 2.7 – Блок-схема алгоритма оценки результативности производственного предприятия

Одним из препятствий для успешной реализации данного алгоритма является недостаточная степень научно-методической проработки при определении частных показателей результативности. Зачастую показатели результативности подменяют текущими значениями характеристик процесса, выраженными в относительных единицах. Такую ситуацию характеризует, например, «процент продукции, сданной с первого предъявления» или «уровень несоответствий». Непосредственное использование такого «показателя результативности» противоречит базовому определению, так как он не показывает степень достижения запланированных результатов. Может показаться, что эти показатели автоматически содержат запланированный результат в виде 100 % или нулевого уровня несоответствий. Вместе с тем в реальных условиях обеспечить идеальное соответствие партий или последовательности партий невозможно. Установление такого целевого порога нарушает один из важных принципов целеполагания – реалистичность достижения (Achievable), что, в свою очередь, снижает мотивацию исполнителей и серьезность отношения к поставленным целям. Приемлемые уровни по соответствующим характеристикам необходимо устанавливать на каждый планируемый период, используя соответствующие статистические методы и прогностический анализ.

Другая используемая конструкция показателя результативности в виде индексной оценки [135] более соответствует сущности сопоставления текущего значения с некоторым запланированным уровнем, однако она может применяться только в тех ситуациях, когда цель по улучшению процесса сформулирована в мультипликативном виде (увеличение/уменьшение выбранной характеристики в установленное число раз от исходного состояния). Если цель по улучшению установлена в аддитивном формате (увеличение/уменьшение выбранной характеристики на заданную величину от исходного состояния), то такая конструкция не способна оценить степень приближения к цели в указанном интервале.

Рассмотрим решение данной локальной задачи в различных вариациях. Систематизируя возможные ситуации оценивания результативности, можно определить следующие варианты:

1) необходимо оценить соответствие фактического выполнения мероприятий запланированным (по числу позиций плана/перечня, по какому-либо контролируемому параметру и др.);

2) необходимо оценить соответствие требованиям стандартов и контрактов (по отдельным техническим параметрам, по срокам и др.);

3) необходимо оценить соответствие текущим целям, сформулированным в качественном или количественном виде (по направлениям деятельности, по подразделениям, по процессам и др.).

Принимая во внимание все возможные варианты, следует отметить, что последняя ситуация оценивания приемлема для исследовательских целей при проектировании новых технологических процессов и не вполне подходит для системной оценки результативности производственной системы в сложившихся детерминированных условиях, поэтому в дальнейшем исключим ее из подробного рассмотрения.

В основе первой ситуации оценивания лежит утвержденный план мероприятий, исполнение которых является главным приоритетом. В этом случае выражение частного показателя результативности имеет индексную конструкцию вида

$$P = \frac{X_{\text{факт}}}{X_{\text{план}}}, \quad (2.12)$$

где $X_{\text{факт}}$ – фактически выполненное число мероприятий плана;

$X_{\text{план}}$ – общее число запланированных мероприятий.

Факт исполнения/неисполнения мероприятий может выявляться одновременно по многим признакам, дополняющим друг друга. Тогда выражение (2.12) должно применяться к конкретному признаку, а итоговая оценка результативности математически будет получена, исходя из правила пересечения множеств [136]. Вычислительная конструкция будет иметь вид

$$P = \frac{(X_{\text{факт}})_1 \cap \dots \cap (X_{\text{факт}})_i \cap \dots \cap (X_{\text{факт}})_n}{X_{\text{план}}}, \quad (2.13)$$

где $(X_{\text{факт}})_1, \dots, (X_{\text{факт}})_i, \dots,$ - множества мероприятий плана, выполненных по признакам $1, \dots, i, \dots, n$.

Предлагаемый подход следует считать более жестким по отношению к традиционно применяемому методу, когда расчет показателей результативности в подобной ситуации оценивания принимается как сумма взвешенных показателей результативности [137]. Вместе с тем такая конструкция является логически оправданной, так как выполнение планов по нескольким независимым признакам накладывает дополнительные ограничения для исполнителей. Примером применения данной схемы оценки результативности может служить анализ выполнения плана закупок, когда каждая позиция плана анализируется по соблюдению сроков поставки, выполнению заявленных объемов закупленной продукции, соответствию качества (при этом качество может рассматриваться с большей детализацией по конкретным характеристикам).

Рассмотрим схему определения результативности во второй ситуации анализа, которая характерна для оценивания процессов производства продукции на соответствующих стадиях производственного цикла. В этом случае ограничительным критерием, установленным в стандартах, технических условиях, договорах и иных обязательных документах служит нормативное значение контролируемого показателя или ряда показателей. Как правило, все варианты установления нормативов сводятся к трем случаям:

а) установлено минимально допустимое значение a контролируемого показателя (для позитивных характеристик), то есть изделие обладает несоответствием, если фактическое значение показателя y оказывается ниже a ;

б) установлено максимально допустимое значение b контролируемого показателя (для негативных характеристик), то есть изделие обладает несоответствием, если фактическое значение показателя y оказывается выше b ;

в) установлен интервал приемлемых значений $[a, b]$ контролируемого показателя (для нейтральных характеристик), то есть изделие обладает несоответствием, если выполнено одно из условий – либо фактическое значение показателя y оказывается выше b , либо ниже a .

В первых двух случаях вычисление частных показателей результативности подчиняется классической схеме, представленной в виде выражения с учетом классификации показателей на позитивные и негативные:

$$P = \left(\frac{x}{\|x\|} \right)^{\text{sgn}\Delta x}, \quad (2.14)$$

где sgn – сигнум-функция от Δx , то есть

$$\text{sgn}\Delta x = \begin{cases} +1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} > 0 \text{ - позитивный показатель результативности;} \\ -1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} < 0 \text{ - негативный показатель результативности.} \end{cases}$$

x , – соответственно фактическое и номинальное (базовое) значение показателя результативности.
 $\|x\|$

В случае оценивания результативности предприятия по качеству производимой продукции, то при наличии нормативных документов, устанавливающих требования к продукции по нескольким уровням качества (например, по нескольким сортам, типам, классам), базовым значением единичного показателя качества должно быть выбрано значение, соответствующее наилучшему уровню качества (первому, высшему и т.п.). Если нормативных значений не существует, то в качестве базового показателя могут быть выбраны следующие варианты:

$$\|x\| = \{x_{\delta}, m_{\delta}, m_n, X_{\max}, X_{\min}\}, \quad (2.15)$$

где x_{δ} – значение показателя, характерное для наилучшего уровня, достигнутого предприятиями-конкурентами или партнерами;

m_{δ} – значение показателя, соответствующее верхней доверительной границе математического ожидания или среднеквадратического отклонения (для позитивных показателей);

m_n - значение показателя, соответствующее нижней доверительной границе математического ожидания или среднеквадратического отклонения (для негативных показателей);

X_{max} - максимальное выборочное значение единичного показателя;

X_{min} - минимальное выборочное значение единичного показателя.

Частный показатель результативности, определяемый по выражению (2.14), меняется в пределах от нуля до единицы, причем его изменение носит непрерывный характер. Чем ближе полученное значение частного показателя результативности процесса к единице, тем более высокий уровень имеет исследуемый показатель качества. Выражение (2.14) можно применять к самым разнообразным вариациям ситуаций оценивания.

В третьем случае (система управления Ф. Тейлора) частные показатели результативности определяются с учетом ограничений (допусков) на предельные значения показателей в соответствии с выражениями:

$$P = 1 - \frac{\|x\| - x}{\|x\| - x_{np1}}, \quad (2.16)$$

где $x, \|x\|$ - соответственно фактическое и номинальное (базовое) значение единичного показателя качества;

x_{np1} - нижнее предельное значение показателя качества (определяется вычитанием предельного отклонения из номинального значения).

$$P = 1 - \frac{x - \|x\|}{x_{np2} - \|x\|}, \quad (2.17)$$

где x_{np2} - верхнее предельное значение показателя качества (определяется прибавлением предельного отклонения к номинальному значению).

Третья ситуация оценивания накладывает свои особенности количественного преобразования получаемой информации. Очевидно, что когда руководству необходимо оценить соответствие деятельности поставленным целям, на вход процесса оценки должны поступить данные по контролируемому индикатору o :

- фактическом состоянии процесса на начало отчетного периода (начало отчета);
- желаемом состоянии процесса на конец отчетного периода (номинальная цель);
- фактически достигнутом состоянии процесса на конец отчетного периода (результат).

С точки зрения формирования частного показателя результативности важна формулировка номинальной цели. Если она выражается в аддитивном формате (увеличить/уменьшить на определенную величину), то формула для вычисления будет иметь вид

$$P = \begin{cases} \frac{x_{рез} - x_{нач}}{x_{ном} - x_{нач}}, & \text{для позитивных показателей результативности;} \\ \frac{x_{нач} - x_{рез}}{x_{нач} - x_{ном}}, & \text{для негативных показателей результативности,} \end{cases} \quad (2.18)$$

где $x_{рез}$ - значение показателя, соответствующее фактически достигнутому состоянию процесса на конец отчетного периода;

$x_{нач}$ - значение показателя, соответствующее фактическому состоянию процесса на начало отчетного периода;

$x_{ном}$ - значение показателя, соответствующее желаемому состоянию процесса на конец отчетного периода.

Данная конструкция (2.18) технически предполагает возможность получения отрицательных значений частного показателя результативности и значений, превышающих единицу. Для устранения этого недостатка предлагается ввести дополнительные условия

$$P = \begin{cases} \frac{x_{рез} - x_{нач}}{x_{ном} - x_{нач}}, & \text{для позитивных показателей результативности;} \\ \frac{x_{нач} - x_{рез}}{x_{нач} - x_{ном}}, & \text{для негативных показателей результативности;} \\ \text{если } P < 0, \text{ то } P = 0; \\ \text{если } P > 1, \text{ то } P = 1; \end{cases} \quad (2.19)$$

Если формулировка номинальной цели носит мультипликативный формат (увеличить/уменьшить в определенное число раз), то выражение частного показателя результативности сводится к выражению (2.14) со следующими изменениями

$$P = \left(\frac{x_{рез}}{x_{ном}} \right)^{\text{sgn}\Delta x} \quad (2.20)$$

Если отдельные цели установлены организацией в качественной форме, например, «занять призовое место в отраслевом/профессиональном конкурсе», то выражение для определения частного показателя результативности будет иметь бинарную конфигурацию, то есть он обращается в единицу при выполнении поставленного условия и обращается в ноль при его несоблюдении

$$P = \begin{cases} 1 & \text{при достижении цели;} \\ 0 & \text{при недостижении цели.} \end{cases} \quad (2.21)$$

Таким образом, сформированы все необходимые способы количественной оценки результативности в частных аспектах для разнообразных вариаций планирования деятельности, встречающихся на практике производственного предприятия.

Свертывание частных показателей результативности (ЧПР) в обобщенный показатель осуществляется ступенчато в соответствии с процессной моделью системы менеджмента качества организации.

Согласно алгоритму оценивания результативности СМК (см. рис. 2.7) в завершении количественной оценки на любом иерархическом уровне процесса необходимо дать ей соответствующую интерпретацию. Этому вопросу посвящены работы [134], [135], [137], однако, соответствующего обоснования уровней градации результативности в известных работах не приводится. Решение данной задачи может быть найдено с помощью функции желательности. Технические параметры функции желательности подбирались таким образом, чтобы порог чувствительности выходного сигнала был не ниже 0,2, то есть функция желательности должна реагировать на изменение результативности только на уровнях выше 0,2. Положительная интерпретация результативности должна быть возможна только

при минимальном выполнении поставленных целей (оценка результативности должна быть выше 0,4).

Исходя из указанных входных условий, подобрана функция вида

$$D = \frac{\exp(-A/P)}{B}, \quad (2.22)$$

- где P - итоговая (или промежуточная) оценка результативности системы;
 A - эмпирический коэффициент, определяющий скорость возрастания функции желательности (подобран равным 1);
 B - эмпирический коэффициент, определяющий масштаб выходного сигнала (подобран равным 0,367879).

Номограмма для определения уровней окончательной интерпретации результативности предприятия (процесса) представлена на рис. 2.8.

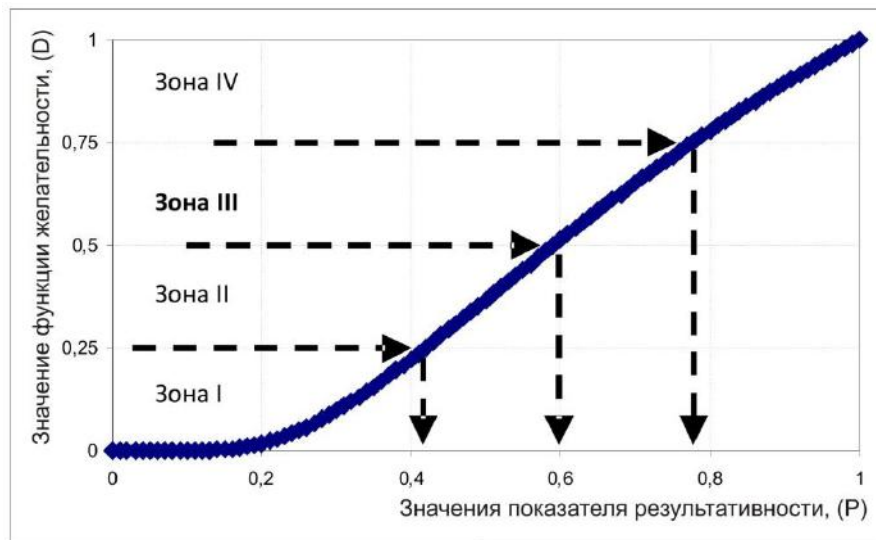


Рис. 2.8 - Номограмма для интерпретации результативности промышленного предприятия

Согласно функции желательности установим критерии результативности промышленного предприятия для четырех уровней (см. табл. 2.16).

Таблица 2.16 - Критерии для интерпретации результативности СМК

Полученная количественная оценка результативности P	Соответствующее значение функции желательности D	Обозначение зоны на рис. 2.8	Интерпретация количественной оценки
ниже 0,419	менее 0,25	Зона I	Система (процесс) критически нерезультативен
от 0,419 до 0,591	свыше 0,25 ... 0,50	Зона II	Система содержит риски для результативности
от 0,591 до 0,777	свыше 0,50 ... 0,75	Зона III	Система в целом результативна
свыше 0,777	свыше 0,75	Зона IV	Результативность обеспечена в превосходной степени

На основании выделенных уровней градации руководство предприятия может принять соответствующие меры по поощрению работников, совершенствованию деятельности предприятия и устранению причин, вызвавших снижение результативности деятельности.

В рамках практической реализации сформированной методологии оценки результативности выполним расчет частных показателей результативности (ЧПР) процессов системы менеджмента качества (СМК) и их свертывание в обобщенный показатель результативности, опираясь на исходные данные промышленного предприятия ООО «НИПРОМТЕКС» о величине единичных показателей процессов и о распределении их весомости (см. табл. 2.17), полученные за отчетный период 2014-2015 гг. (см. раздел 2.3). При этом рассматривая совокупность данных табл. 2.17, можно отметить, что вычисление частных показателей результативности процессов будет соответствовать третьей ситуации оценивания, при этом наблюдаются разнообразные способы установления целевых уровней для единичных показателей процессов, что потребует применения всех вычислительных конструкций (2.18) ... (2.21), приведенных выше.

Таблица 2.17 - Исходные данные для определения и интерпретации результативности системы менеджмента качества промышленного предприятия

Процессы СМК и их коэффициенты весомости	Единичные показатели процессов СМК, кодированное обозначение	Ед. изм.	Коэффициент весомости показателя	Цель процесса по соответствующему показателю (направлению)	Значение на начало периода ($x_{нач}$)	Значение на конец периода ($x_{рез}$)
1	2	3	4	5	6	7
Маркетинг (0,15)	Число субъектов, потребляющих продукцию предприятия (X_1) ₁	кол.	0,07	Увеличить на 50 %	65	80
	Число стран, потребляющих продукцию предприятия (X_1) ₂	кол.	0,06	Увеличить на 50 %	10	10
	Число зарубежных партнеров, потребляющих продукцию предприятия (X_1) ₃	кол.	0,06	Увеличить на 50 %	5	2
	Количество видов ассортимента геотекстильных материалов (X_1) ₄	шт.	0,21	Увеличить на 25 %	8	11
	Количество новых видов ассортимента геотекстильных материалов (X_1) ₅	шт.	0,15	Увеличить на 100%	1	3
	Доля расходов на товародвижение, рекламу в бюджете предприятия (X_1) ₆	%	0,09	Удержать на базовом уровне	1	1
	Выручка предприятия от продажи геотекстильных материалов (X_1) ₇	тыс. руб.	0,20	Увеличить на 25 %	21 528	23 400
	Чистая прибыль предприятия (X_1) ₈	тыс. руб.	0,07	Увеличить на 25 %	17,20	18,70
	Рентабельность продаж (X_1) ₉	%	0,04	Увеличить на 25 %	4	3
	Цена единицы продукции предприятия (X_1) ₁₀	руб./пог. м	0,05	Удержать на базовом уровне	18,00	18,00
Производство (0,3)	Автоматизация производства (X_2) ₁	%	0,15	Удержать на базовом уровне	100	100
	Непрерывность производства (X_2) ₂	%	0,14	Удержать на базовом уровне	100	98
	Уровень брака продукции (X_2) ₃	%	0,08	Снизить брак (min 5 %)	10	-

1	2	3	4	5	6	7
	Загрузка основного производства (X_2) ₄	%	0,24	100% загрузка основного производства	90	86
	Срок эксплуатации производственного оборудования (линии) (X_2) ₅	кол-во лет	0,04	Оптимальный срок эксплуатации оборудования - 10 лет, максимальный – 20 лет.	5	6
	Износ производственного оборудования (линии) (X_2) ₆	%	0,05	Не превышать 50%	20	24
	Фондоотдача (X_2) ₇		0,06	Увеличить на 25 %	1,75	1,75
	Вынужденный простой производственного оборудования (X_2) ₈	дней за год	0,06	Вынужденный простой сократить оборудования до 10 дней	15	65
	Объем производства геотекстильных материалов (X_2) ₉	тыс. пог. м в год	0,07	Увеличить на 25 %	1 196	1 300
	Внедрение новых технологий (оборудования) для производства геотекстильных материалов (X_2) ₁₀	кол.	0,07	Покупка нового оборудования (2 ед.)	1	7
	Темп обновления технологического оборудования и ремонта (X_2) ₁₁	%	0,04	Обновлять парк оборудования до 25 % в год	30	60
Контроль качества продукции (0,08)	Доля отказов заказчиков от произведенной продукции (геотекстильных материалов) в связи с не соответствием требованиям технических условий (X_3) ₁	%	0,22	Сократить долю отказов заказчиков от произведенной продукции до 2%	5	5
	Доля затрат на улучшение качества производимых геотекстильных материалов (X_3) ₂	%	0,31	Увеличить долю затрат на качество ГТМ до 10%	3	3
	Уровень соблюдения технологической дисциплины (X_3) ₃	%	0,33	Удерживать на базовом уровне	100	100
	Аттестации производственного оборудования и ремонта (X_3) ₄	%	0,14	Удерживать на базовом уровне	100	100

1	2	3	4	5	6	7
Управление персоналом (0,12)	Количество работников, задействованных в производстве геотекстильных материалов $(X_4)_1$	чел.	0,20	Увеличить количество работников, задействованных в производстве ГТМ в 1,25 раза	35	38
	Производительность труда $(X_4)_2$	м ² /час	0,19	Увеличить производительность труда на 25 %	660	660
	Повышение квалификации $(X_4)_3$	%	0,08	Удержать на базовом уровне	5	5
	Уровень заработной платы $(X_4)_4$		0,18	Удержать на базовом уровне	1,00	1,00
	Доля нарушителей трудовой дисциплины $(X_4)_5$	%	0,06	Сократить до одного процента	0,05	0,04
	Частота несчастных случаев в производстве $(X_4)_6$	%	0,06	Сократить до 0,01%	0,01	0,01
	Доля неаттестованных рабочих мест $(X_4)_7$	кол.	0,06	Сократить до 0 кол.	1	1
	Количество рационализаторских предложений $(X_4)_8$	кол.	0,05	Увеличить на 25 %	0,21	0,21
	Потери рабочего времени при техническом обслуживании оборудования и ремонте $(X_4)_9$	%	0,04	Сократить до 5%	10	10
	Коэффициент штатности $(X_4)_{10}$		0,04	Увеличить до 1,00	0,89	0,89
	Текучесть кадров $(X_4)_{11}$	чел.	0,04	Сократить до 0 чел.	5	5
Менеджмент управления (0,35)	Доля управленцев в общей численности персонала предприятия $(X_5)_1$	%	0,22	Увеличить до 5%	4,20	4,20
	Эффективность управления $(X_5)_2$	тыс. руб./чел	0,13	Увеличить на 25 %	150,00	150,00
	Коэффициент неорганизованности производства $(X_5)_3$		0,10	Уменьшить в 2 раза	0,90	0,78
	Доля инвестирования $(X_5)_4$	%	0,15	Увеличить на 50%	5	12

1	2	3	4	5	6	7
	Уровень значимости и востребованности информации, используемой на предприятии $(X_5)_5$	%	0,12	Удержать на базовом уровне	100	100
	Доля затрат предприятия на информационные ресурсы $(X_5)_6$	%	0,18	Увеличить долю затрат на информационные ресурсы на 10%	7,50	7,50
	Доля автоматизации процесса документооборота на предприятии $(X_5)_7$	%	0,10	Автоматизировать процесс документооборота до 100%	90	86

Раскроем алгоритм определения частных показателей результативности для представленных исходных данных и сведем полученные результаты в табл. 2.18.

Таблица 2.18 - Бланк расчета частных показателей результативности

Код ЕПК	Используемая формула	Вид (характер) ЕПК	$x_{нач}$, [ед. изм]	$x_{рез}$, [ед. изм]	$x_{ном}$, [ед. изм]	Значение ЧПР, %
1	2	3	4	5	6	7
$(X_1)_1$	(2.18)	позитивный	65	80	97,5	46,15
$(X_1)_2$	(2.18)	позитивный	10	10	15	0,00
$(X_1)_3$	(2.18), (2.19)	позитивный	5	2	7,5	0,00
$(X_1)_4$	(2.18), (2.19)	позитивный	8	11	10	100,00
$(X_1)_5$	(2.18), (2.19)	позитивный	1	3	2	100,00
$(X_1)_6$	(2.21)	позитивный	1	1	1	100,00
$(X_1)_7$	(2.18)	позитивный	21 528	23 400	26 910	34,78
$(X_1)_8$	(2.18)	позитивный	17,2	18,7	21,5	34,88
$(X_1)_9$	(2.18), (2.19)	позитивный	4	3	5	0,00
$(X_1)_{10}$	(2.21)	позитивный	18	18	18	100,00
$(X_2)_1$	(2.21)	позитивный	100	100	100	100,00
$(X_2)_2$	(2.21)	позитивный	100	98	100	0,00
$(X_2)_3$	(2.18), (2.19)	негативный	10	0	5	100,00
$(X_2)_4$	(2.21)	позитивный	90	86	100	0,00
$(X_2)_5$	(2.21)	негативный	5	6	10	100,00
$(X_2)_6$	(2.21)	негативный	20	24	50	100,00
$(X_2)_7$	(2.18)	позитивный	1,75	1,75	2,19	0,00
$(X_2)_8$	(2.21)	негативный	15	65	10	0,00
$(X_2)_9$	(2.18)	позитивный	1 196	1 300	1 495	34,78
$(X_2)_{10}$	(2.21)	позитивный	1	7	2	100,00
$(X_2)_{11}$	(2.18), (2.19)	позитивный	30	60	25	100,00
$(X_3)_1$	(2.18)	негативный	5	5	2	0,00
$(X_3)_2$	(2.18)	позитивный	3	3	10	0,00

1	2	3	4	5	6	7
$(X_3)_3$	(2.21)	позитивный	100	100	100	100,00
$(X_3)_4$	(2.21)	позитивный	100	100	100	100,00
$(X_4)_1$	(2.18)	позитивный	35	38	43,75	34,29
$(X_4)_2$	(2.18)	позитивный	660	660	825	0,00
$(X_4)_3$	(2.21)	позитивный	5	5	5	100,00
$(X_4)_4$	(2.21)	позитивный	1,0	1,0	1,0	100,00
$(X_4)_5$	(2.18)	негативный	0,05	0,04,	1,00	100,00
$(X_4)_6$	(2.18)	негативный	0,01	0,01	0,01	100,00
$(X_4)_7$	(2.21)	негативный	1	1	0	0,00
$(X_4)_8$	(2.18)	позитивный	0,21	0,21	0,26	0,00
$(X_4)_9$	(2.18)	негативный	10	10	5	0,00
$(X_4)_{10}$	(2.18)	позитивный	0,89	0,89	1,00	0,00
$(X_4)_{11}$	(2.21)	негативный	5	5	0	0,00
$(X_5)_1$	(2.18)	позитивный	4,2	4,2	5	0,00
$(X_5)_2$	(2.18)	позитивный	150	150	187,5	0,00
$(X_5)_3$	(2.20)	негативный	0,90	0,78	0,45	58,00
$(X_5)_4$	(2.18), (2.19)	позитивный	5,0	12,0	7,5	100,00
$(X_5)_5$	(2.21)	позитивный	100	100	100	100,00
$(X_5)_6$	(2.18)	позитивный	7,50	7,50	8,25	0,00
$(X_5)_7$	(2.18), (2.19)	позитивный	90	86	100	0,00

Согласно алгоритму оценки результативности (см. рис. 2.7) вычислим значения обобщенных показателей результативности с учетом частных показателей результативности и коэффициентов весомости (на уровне показателей и на уровне процессов). Поскольку процессная модель СМК предусматривает лишь один уровень декомпозиции, то вычисления проведем сначала для отдельных процессов, а затем для всей системы менеджмента качества. Результаты расчета с использованием среднего арифметического способа сведены в табл. 2.19.

Таблица 2.19 - Результаты расчета обобщенных показателей результативности

Значение обобщенного показателя результативности процесса P_i , %					Обобщенный показатель результативности СМК $P_{СМК}$, %
маркетинг	производство	контроль качества продукции	управление персоналом	менеджмент управления	
62,63	45,44	47,00	47,25	32,80	43,94

Осуществим интерпретацию полученных оценок результативности. Во-первых, среди значений учитываемых частных показателей результативности имеет место существенная неоднородность (наряду с высокими оценками зачастую наблюдаются нулевые), что свидетельствует о слабой управляемости процессов со стороны линейного управленческого персонала. Во-вторых, количественная оценка результативности каждого из пяти процессов согласно выбранной шкале (см. табл. 2.16) соответствует уровню «содержит риски для результативности». Это требует существенного пересмотра всей управленческой иерархии и, возможно, корректировки целей процессов. Соответственно, общая оценка результативности СМК также в зоне риска для результативности, что свидетельствует о необходимости срочных мер по кардинальному улучшению производственной системы.

Таким образом, в данном разделе сформирована общая методология по количественной оценке результативности основных направлений (маркетинг; производство; контроль качества продукции; управление персоналом и менеджмент управления) в деятельности промышленного предприятия, которые определены документами различного уровня системы менеджмента качества данного предприятия. Данная методология может быть трансформирована в отдельную методику и оформлена в виде стандарта организации, которые входят в документы нижнего уровня СМК.

2.5. Выделение новых результатов по главе

В соответствии с приоритетностью решения проблемы обеспечения конкурентоспособности производимой потребительской продукции на первом этапе должны решаться задачи оценки конкурентного преимущества и потенциала промышленного предприятия. Анализ учебной и научной литературы (см. раздел 2.1) показал, что методической базы для решения выявленных задач ещё недостаточно. Особенно это касается предприятий, осуществляющих выпуск различных строительных материалов. По этой причине акцент в методическом обеспечении

сделан для промышленных предприятий по производству геотекстильных материалов, используемых при строительстве и ремонте автомобильных дорог:

1. Уточнены термины и понятия в области обеспечения конкурентоспособности промышленного предприятия, а именно в установлении взаимосвязи между понятиями «конкурентное преимущество» и «конкурентный потенциал».

2. Разработан алгоритм и выделены основные операции методики по количественной оценке конкурентного преимущества, которая позволяет выявить внешние и внутренние факторы, влияющие на деятельность предприятия по сравнению с аналогичными предприятиями.

3. Предложено выражение в абсолютной шкале отношений для комплексной оценки конкурентного преимущества промышленного предприятия.

4. Определена структура внутреннего конкурентного потенциала промышленного предприятия, необходимая для формирования его количественной оценки.

5. Осуществлено ранжирование по основным группам конкурентного потенциала, а также по показателям внутри группы, для установления их приоритетности.

6. Определена взаимосвязь профессионального мастерства рабочих производственных профессий с качеством выпускаемой продукции (уровнем дефектной продукции).

7. Разработана методология по определению результативности СМК промышленного предприятия, позволяющая выявить основные операции оценки, установить их приоритетность, базовые критерии и соответствующие рекомендации по повышению уровня результативности.

ГЛАВА 3. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

3.1. Формирование алгоритма по выявлению конкурентоспособного ассортимента продукции строительного назначения

Для обеспечения необходимого уровня конкурентоспособности промышленного предприятия, производящего строительные материалы, необходимо проводить работу в следующих направлениях [8]: выпускать высококачественную продукцию; иметь инновационные современные технологии производства продукции; постоянно снижать внепроизводственные издержки производства; иметь высококвалифицированный персонал и т.д. Наряду с перечисленными направлениями существенную роль играет и формирование конкурентоспособного ассортимента выпускаемой продукции, понятие и наполнение которого не отражено в учебной и научной литературе [138].

Основные задачи при формировании конкурентоспособного ассортимента состоят в следующем:

- создание прогрессивной ассортиментной политики предприятия;
- удовлетворение реальных и прогнозируемых запросов потребителей;
- достижение конкурентного преимущества предприятия;
- количественная оценка уровня конкурентоспособного ассортимента.

Методология решения первых двух задач не вызывает трудностей в практической деятельности предприятий по производству строительной продукции. Что касается конкурентного преимущества промышленных предприятий, то эта проблема рассмотрена во второй главе диссертационного исследования. Нерешенной проблемой является количественная оценка уровня конкурентоспособности ассортимента.

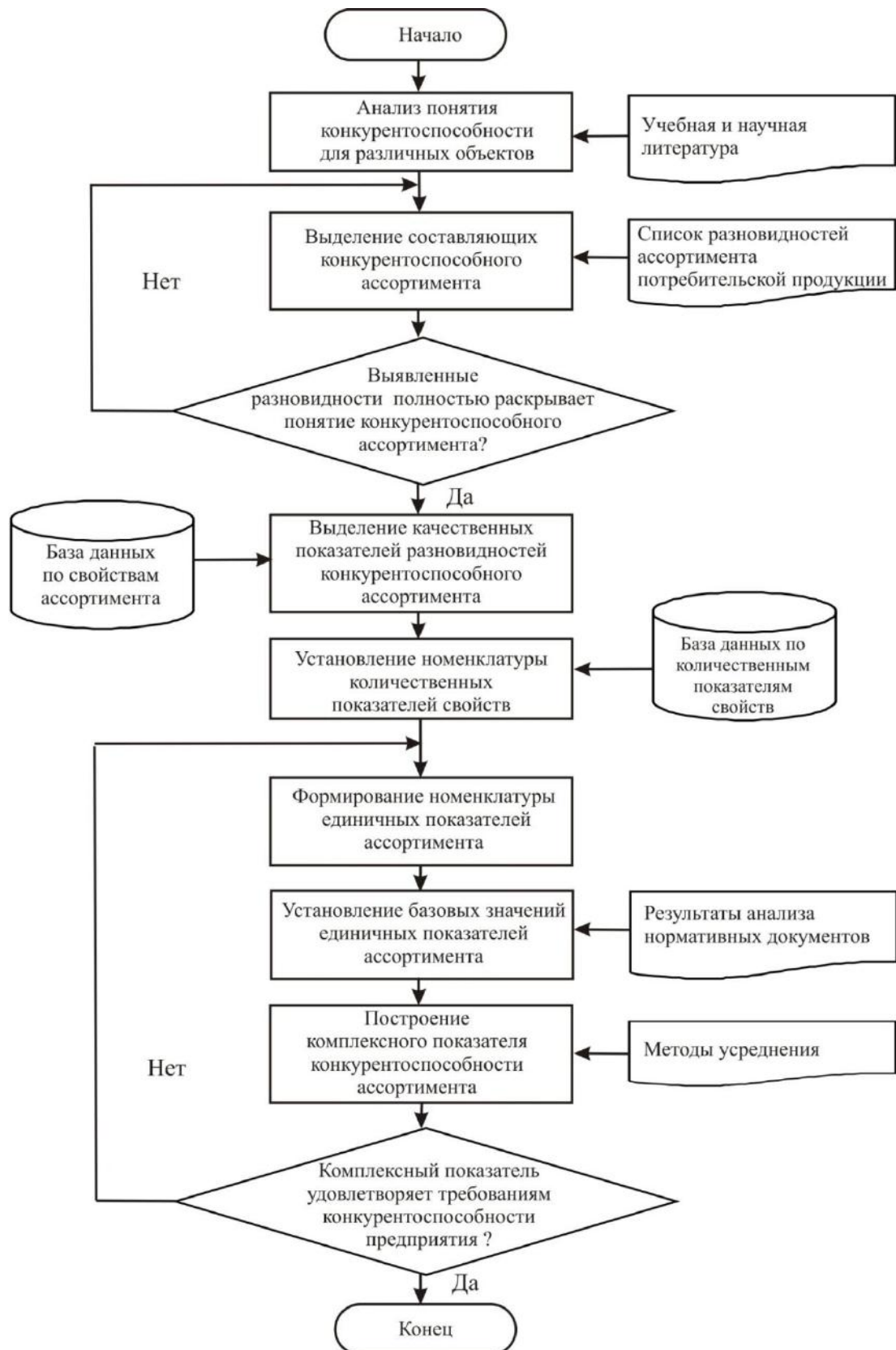


Рис. 3.1 - Блок-схема алгоритма количественной оценки конкурентоспособного ассортимента промышленного предприятия, производящего строительные материалы

Для реализации выделенной проблемы сформируем соответствующий алгоритм (см. рис. 3.1) [139], основные этапы которого состояли в:

- анализе понятия конкурентоспособности различных объектов;
- выделении составляющих конкурентоспособного ассортимента из существующих понятий их разновидностей (для этого необходимо изучить все возможные разновидности ассортимента);
- нахождении количественных показателей, составляющих конкурентоспособного ассортимента;
- определении базовых значений количественных показателей свойств разновидностей ассортимента;
- построение комплексного показателя для оценки конкурентоспособного ассортимента.

Практическая реализация данного алгоритма для промышленного предприятия ОАО «НИПРОМТЕКС», подробно представлена в разделе 3.2.

3.2. Разработка методики по количественной оценке конкурентоспособного ассортимента строительной продукции с использованием информационных технологий

Согласно алгоритму, представленному в разделе 3.1, первоначально уточним само понятие «конкурентоспособный ассортимент», т.к. в учебной [140] и научной [141] литературе не введено данного понятия. Анализ верхнего уровня качественных характеристик ассортимента, а именно его разновидностей [140], позволяет в первом приближении наполнить качественную характеристику «конкурентоспособный ассортимент» следующими разновидностями: развернутый, рациональный и оптимальный ассортимент. Согласно [140], [141] понятие разновидности «развернутый ассортимент» характеризуется различным количеством видовых отличий, как правило, однородной продукции. Разновидность «рациональный ассортимент» отождествляется с наполнением ассортимента качественной продукции. Разновидность «оптимальный ассортимент» наряду с качествен-

ными показателями отражает оптимальные ценовые характеристики продукции. Таким образом, в формализованном виде конкурентоспособный ассортимент (КСА) можно представить в следующей конструкции:

$$КСА \subset (A_{раз}, A_{рац}, A_{опт}), \quad (3.1)$$

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

От этапа декомпозиции разновидности «конкурентоспособный ассортимент» частными разновидностями на основании алгоритма (см. рис. 3.1) осуществляем переход к другому этапу, т.е. соответствующим свойствам. А именно, разновидность «развернутый ассортимент» трансформируем в свойство «наполняемость ассортимента», аналогично «рациональный ассортимент» переводим в свойство «качество ассортимента», а «оптимальный ассортимент» преобразуем в свойство – «стоимость на обеспечение соответствующего уровня качества». В свою очередь, сложное свойство «наполняемость ассортимента» в соответствии с [140] включает такие простые свойства ассортимента как широта, полнота и глубина, которые отражаются соответствующими количественными показателями.

Для сложного свойства «качество ассортимента» можно выделить по шкале порядка соответствующие уровни градации: «высокое качество», «хорошее качество» и «низкое качество», которые по методике [142] можно сформировать из абсолютной шкалы в виде: 1,00 ... 0,81 – «высокое»; 0,80 ... 0,61 – «хорошее»; 0,60 ... 0,41 – «низкое» и 0,40 ... 0,00 - отсутствие самого понятия качественной продукции. Для свойства «стоимость на обеспечение соответствующего уровня качества ассортимента» определяем на основании установленных уровней градации качества ассортимента. В результате было сформировано «дерево разновидностей и свойств» для декомпозиции понятия «конкурентоспособный ассортимент», которое показано на рис. 3.2.

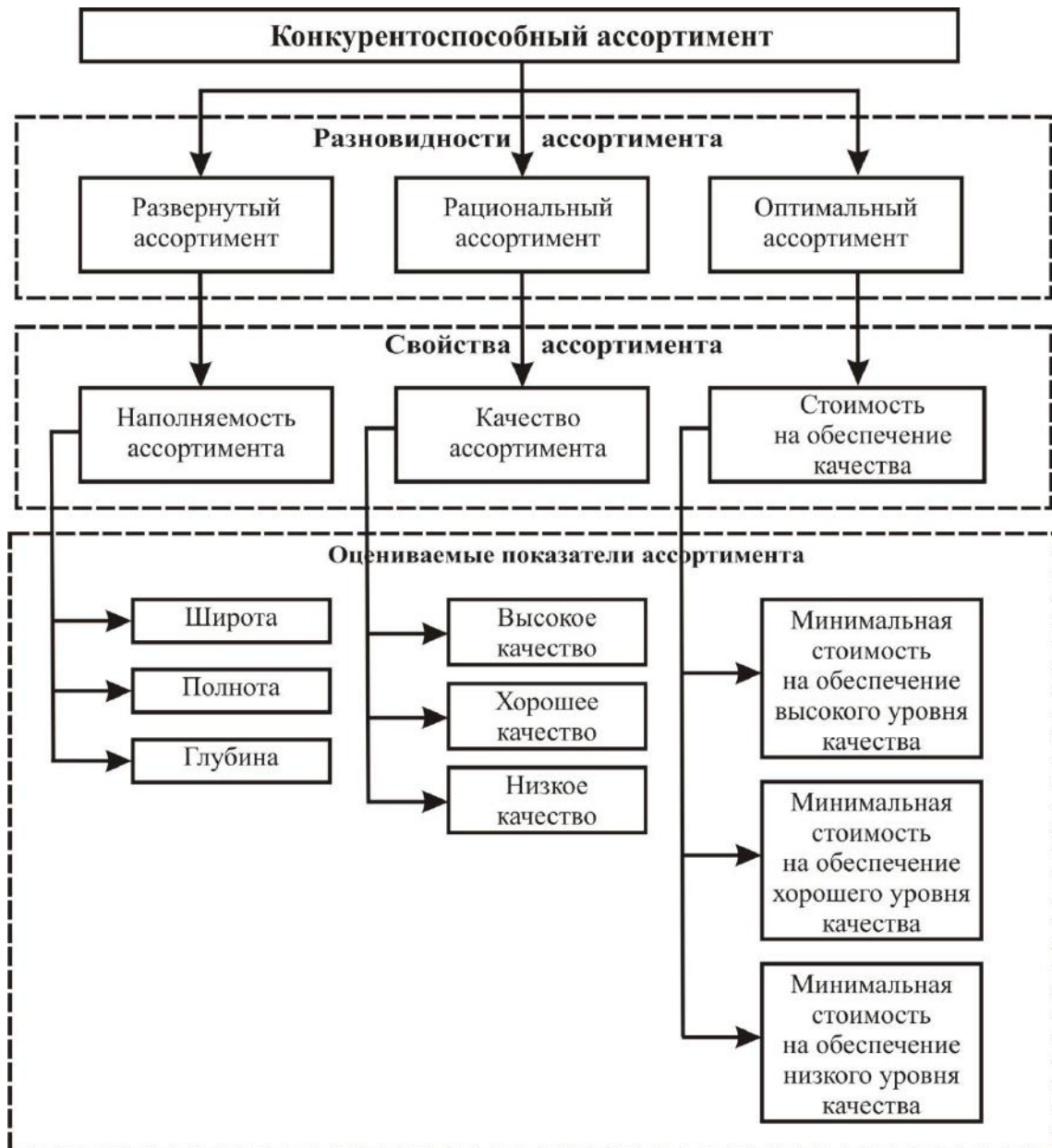


Рис. 3.2 - Дерево разновидностей и свойств для наполнения понятия «конкурентоспособный ассортимент»

На следующем этапе реализации алгоритма формировали оценочную шкалу конкурентоспособного ассортимента. Для этого первоначально выделяли качественные характеристики (свойства) разновидностей ассортимента, далее для каждого выделенного свойства определяли необходимые количественные показатели.

Количественную оценку развернутого ассортимента по свойству широта (ш), полнота (п) и глубина (г) можно осуществлять с помощью показателей, представленных в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Составляющие развернутого ассортимента

Наименование показателя		Отклонения показателя от базового значения по величине	
качественный (свойство)	количественный	абсолютной	относительной
Широта (ш)	Относительный показатель широты ($X_{ш}$)	$\Delta X_{ш} = (X_{ш})_{\delta} - (X_{ш})_{\phi}$	$\delta X_{ш} = 1 - (X_{ш})_{\phi} / (X_{ш})_{\delta};$ $K_{ш} = (X_{ш})_{\phi} / (X_{ш})_{\delta}$
Глубина (г)	Относительный показатель глубины ($X_{г}$)	$\Delta X_{г} = (X_{г})_{\delta} - (X_{г})_{\phi}$	$\delta X_{г} = 1 - (X_{г})_{\phi} / (X_{г})_{\delta};$ $K_{г} = (X_{г})_{\phi} / (X_{г})_{\delta}$
Полнота (п)	Относительный показатель полноты ($X_{п}$)	$\Delta X_{п} = (X_{п})_{\delta} - (X_{п})_{\phi}$	$\delta X_{п} = 1 - (X_{п})_{\phi} / (X_{п})_{\delta};$ $K_{п} = (X_{п})_{\phi} / (X_{п})_{\delta}$

Примечание: где «Широта» - количество видов, разновидностей и наименований товаров однородных и разнородных групп; «глубина» - число разновидностей конкретного вида изделий, число позиций в каждой группе товаров; «полнота» - способность набора товаров однородной группы удовлетворять одинаковые потребности; $(X)_{\delta}$, $(X)_{\phi}$ – базовое и фактическое значения соответственно групп развернутого ассортимента; К - коэффициенты групп развернутого ассортимента.

Количественную оценку рационального ассортимента по свойствам высокое качество (вк), хорошее качество (хк) и низкое качество (нк) также можно осуществлять по показателям в абсолютной и относительной форме выражения. В этом случае известное число изделий (Y) включает продукцию различного уровня качества:

$$Y = Y_{вк} + Y_{хк} + Y_{нк} \quad (3.2)$$

где $Y_{вк}$, $Y_{хк}$, $Y_{нк}$, - соответственно число изделий, оцениваемых высшим, хорошим и низким качеством.

Необходимые количественные показатели рационального ассортимента приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Количественные показатели рационального ассортимента

Наименование количественного показателя	Количественный показатель	
	абсолютный	относительный
Изделия высокого качества	$\Delta Y_{вк} = Y_{вк} - (Y_{хк} + Y_{нк})$	$(\delta Y)_{вк} = (\Delta Y_{вк} / Y)$
Изделия хорошего качества	$\Delta Y_{хк} = Y_{хк} - (Y_{вк} + Y_{нк})$	$(\delta Y)_{хк} = (\Delta Y_{хк} / Y)$
Изделия низкого качества	$\Delta Y_{нк} = Y_{нк} - (Y_{вк} + Y_{хк})$	$(\delta Y)_{нк} = (\Delta Y_{нк} / Y)$

Соответственно количественную оценку оптимального ассортимента по свойствам минимальная стоимость на обеспечение высокого, хорошего и низкого уровня качества также осуществляли по показателям в абсолютной и относительной форме выражения. Суммарная стоимость (Z) изделий ассортиментной группы записываем в виде

$$Z = Z_{\text{вк}} + Z_{\text{хк}} + Z_{\text{нк}}, \quad (3.3)$$

где $Z_{\text{вк}}, Z_{\text{хк}}, Z_{\text{нк}}$ - соответственно минимальная стоимость на обеспечение соответственно высокого, хорошего и низкого качества изделий ассортиментной группы

В табл. 3.3 представлены необходимые количественные показатели оптимального ассортимента.

Таблица 3.3 - Количественные показатели оптимального ассортимента

Наименование количественного показателя	Количественный показатель	
	абсолютный	относительный
Минимальная стоимость на обеспечение высокого качества	$\Delta Z_{\text{вк}} = Z_{\text{вк}} - (Z_{\text{хк}} + Z_{\text{нк}})$	$(\delta Z)_{\text{вк}} = (\Delta Z_{\text{вк}}/Z)$
Минимальная стоимость на обеспечение хорошего качества	$\Delta Z_{\text{хк}} = Z_{\text{хк}} - (Z_{\text{вк}} + Z_{\text{нк}})$	$(\delta Z)_{\text{хк}} = (\Delta Z_{\text{хк}}/Z)$
Минимальная стоимость на обеспечение низкого качества	$\Delta Z_{\text{нк}} = Z_{\text{нк}} - (Z_{\text{вк}} + Z_{\text{хк}})$	$(\delta Z)_{\text{нк}} = (\Delta Z_{\text{нк}}/Z)$

Количественную оценку развернутого ассортимента определим по формуле:

$$A_{\text{раз}} = \left\{ \left[(K_{\text{ш}})_{\text{ф}} / (K_{\text{ш}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{ш}} + \left[(K_{\text{п}})_{\text{ф}} / (K_{\text{п}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{п}} + \left[(K_{\text{г}})_{\text{ф}} / (K_{\text{г}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{г}} \right\} \leq 1. \quad (3.4)$$

Количественную оценку рационального ассортимента вычислим согласно выражения:

$$A_{\text{рац}} = \left\{ \left[(\delta Y_{\text{вк}})_{\text{ф}} / (\delta Y_{\text{вк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{вк}} + \left[(\delta Y_{\text{хк}})_{\text{ф}} / (\delta Y_{\text{хк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{хк}} + \left[(\delta Y_{\text{нк}})_{\text{ф}} / (\delta Y_{\text{нк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{нк}} \right\} \leq 1. \quad (3.5)$$

Оценку стоимости ассортимента товаров на обеспечение выделенных качественных градаций найдем по формуле:

$$A_{\text{опт}} = \left\{ \left[(\delta Z_{\text{вк}})_{\text{ф}} / (\delta Z_{\text{вк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{вк}} + \left[(\delta Z_{\text{хк}})_{\text{ф}} / (\delta Z_{\text{хк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{хк}} + \left[(\delta Z_{\text{нк}})_{\text{ф}} / (\delta Z_{\text{нк}})_{\text{б}} \right] \cdot \alpha_{\text{нк}} \right\} \leq 1. \quad (3.6)$$

Таким образом, для количественной оценки конкурентоспособного ассортимента при его формировании в абсолютной шкале с учетом весомостей их составляющих необходимо развернуть выражение (3.1) в виде:

$$KCA = A_{раз} \cdot \beta_{раз} + A_{рац} \cdot \beta_{рац} + A_{онм} \cdot \beta_{онм} \leq 1. \quad (3.7)$$

В качестве примера приведем оценку КСА геотекстильных материалов, используемых при строительстве автомобильных дорог, выпускаемых на предприятии ОАО «НИПРОМТЕКС».

Доля нетканых иглопробивных геотекстильных материалов, выпускаемых предприятием ОАО «НИПРОМТЕКС» составляет 20%. ОАО «НИПРОМТЕКС» специализируется на производстве четырех видов ГТМ торговой марки «Геоманит», используемых в различных областях строительства, а именно: Геоманит Б – балластировка трубопроводов; Геоманит ЖТ – строительство железных дорог; Геоманит ДТ – строительство и ремонт автомобильных дорог (способ изготовления - теормоскрепление); Геоманит Д - строительство и ремонт автомобильных дорог (см. раздел 1.3).

Для определения КСА на первом этапе осуществим оценку «развернутого ассортимента», который согласно [141] был трансформирован в свойство «наполняемость ассортимента» и включает в себя качественные показатели: шину, глубину и полноту (см. таблицу 3.1). В табл. 3.4 приведены значения единичных показателей «развернутого ассортимента».

Таблица 3.4 – Значения единичных показателей «развернутого ассортимента»

Количественный показатель (свойство)	Количественный показатель	Значение	
		фактическое	базовое
Наполняемость ассортимента	$K_{ш}$	13	25
	K_n	8	25
	K_z	8	13

Согласно выражению (3.4) осуществим количественную оценку «развернутого ассортимента», при этом понимаем, что коэффициенты весомости (α) являются равнозначными и при этом сохраняется условие

$$\sum_1^3 \alpha_i = 1.$$

$$A_{раз} = \{ [13/25] \cdot 0,33 + [8/25] \cdot 0,33 + [8/13] \cdot 0,33 \} = 0,47.$$

На следующем этапе оценки КСА осуществим количественную оценку «рационального ассортимента», трансформированного в свойство «качество ассортимента» [142] и включающего в себя следующие показатели: высокое, хорошее и низкое качество.

Показатель «качество ассортимента» (Q_a) определим используя выражение [120]

$$Q_a = \sum_{i=1}^n (Q_a)_i \cdot (\alpha_a)_i, \quad (3.8)$$

где $(Q_a)_i$ – комплексный показатель качества i -го вида продукции, $i = \overline{1, n}$;
 $(\alpha_a)_i$ – коэффициент весомости i -го вида продукции, зависящий от широты области его применения, $i = \overline{1, n}$.

При определении комплексного показателя качества i -го вида продукции $(Q_a)_i$ воспользовались комплексной оценкой на основе арифметического способа усреднения в соответствии с методами квалиметрии [64] по формуле:

$$(Q)_i = \left(\sum_{j=1}^k \left(\frac{X_j}{\|X_j\|} \right)^{sgnb} \cdot \gamma_j \right)_i \quad (3.9)$$

где $X_j, \|X_j\|$ – соответственно фактическое и нормативное (базовое) значения j -го единичного показателя качества $j = \overline{1, k}$;

$$sgnb = \begin{cases} +1, & \text{если } X_j < \|X_j\|, \\ -1, & \text{если } X_j > \|X_j\|, \\ 0, & \text{если } X_j = \|X_j\|. \end{cases}$$

γ_j – коэффициент весомости j -го показателя качества искомого вида продукции с учетом наложенного требования $\sum_{j=1}^k \gamma_j = 1$.

Перечень единичных показателей качества, их фактических и нормативных значений приведены в табл. 3.5. Коэффициенты весомости (γ_j) единичных показателей качества устанавливали экспертным методом.

В качестве примера приведем расчет комплексного показателя качества для ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ» с поверхностной плотностью 250 г/м^2 . Коэффициенты весомости, а также значения ЕПК по анализируемым показателям качества ГТМ, необходимые для определения $(Q_a)_i$, приведены из работы [143].

Таблица 3.5 - Показатели качества ГТМ

Название свойства	Установленный количественный показатель свойства (ЕПК), ед. изм.	Кодированное обозначение	Коэффициент весомости γ_i	Значение ЕПК	
				нормативное $\ X_j\ $	фактическое X_j
Толщина	Показатель толщины, мм	X_1	0,12	$2,0 \pm 0,25$	2,2
Плотность	Поверхностная плотность, г/м^2	X_2	0,14	200 ± 15	215
Фильтрующая способность	Коэффициент фильтрации в плоскости полотна, м/сут	X_3	0,10	130	130
	Коэффициент фильтрации в нормальной плоскости полотна, м/сут	X_4	0,10	130	130
Прочность	Разрывная нагрузка в продольном направлении, кН/м	X_5	0,10	280 ± 8	300
	Разрывная нагрузка в поперечном направлении, кН/м	X_6	0,10	380 ± 13	400
Деформация	Условный модуль деформации в продольном направлении, кН/м	X_7	0,08	71	85
	Условный модуль деформации в поперечном направлении, кН/м	X_8	0,08	60	71
Водопроницаемость	Показатель водопроницаемости в нормальной плоскости полотна, м/сут	X_9	0,18	20	20

На основании использования формулы (3.9) и данных табл. 3.5 получили значение $(Q_a)_i = 0,94$.

Для определения уровня качества исследуемого ассортимента осуществляем перевод полученного значения $(Q_a)_i$ из абсолютной шкалы в шкалу порядка [142]. Таким образом, $(Q_a)_i$ для ГТМ марки «Геоманит ДТ» с объявленной поверхностной плотностью соответствует высокому качеству (вк).

Для нахождения составляющей $(\alpha_a)_i$ в выражении (3.8) предварительно выделим направления различных областей использования геотекстильных материалов (табл. 3.6) [87].

Таблица 3.6 - Области применения ГТМ

№	Наименование области применения
1	Разделительные прослойки на контакте «основание из крупно-фракционного материала – грунт»
2	Защитно-фильтрующие прослойки на контакте «песчаный дренирующий слой – грунт»
3	Защитные прослойки под сборными плитами
4	Защитно-армирующие прослойки в основании насыпи
5	Укрепление в сочетании с биологическими типами на период их формирования
6	Укрепление в сочетании с другими типами вне контакта с крупнофракционными материалами (постоянный элемент)
7	Укрепление в сочетании с другими типами при возможности контакта с крупнофракционными материалами
8	Дренажные сооружения (фильтр)
9	Создание гидроизолирующих прослоек (при дополнительной обработке вяжущим)
10	Защитно-армирующие прослойки для временных дорог, площадок различного назначения

Данное разделение необходимо для корректировки $(\alpha_a)_i$ в зависимости от уровня показателя качества продукции. Корректировку $(\alpha_a)_i$ осуществляли согласно выражения [144], [145]:

$$(\alpha_a)_i = \frac{(\alpha_a^*)_i}{\sum_{i=1}^n (\alpha_a^*)_i}, \quad (3.10)$$

где $(\alpha_a^*)_i$ – коэффициент, показывающий широту области применения каждого вида ГТМ.

После определения составляющих выражения (3.8) осуществляли расчет $(Q_a)_i$ при различной поверхностной плотности ГТМ.

Таблица 3.7 - Результаты оценки комплексного показателя качества ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ»

№	Поверхностная плотность ГТМ, г/м ²	Область применения	$(\alpha_a^*)_i$	$(\alpha_a)_i$	Q_a
1	140	5	0,10	0,12	0,88
2	180	2, 6	0,20	0,25	0,80
3	200	2	0,10	0,13	0,59
4	250	2, 7, 9, 10	0,40	0,50	0,94

Таким образом, «качество ассортимента» согласно (3.8) для геотекстильных материалов марок торговой марки «Геоманит ДТ» составит:

$$Q_a = 0,12 \cdot 0,88 + 0,25 \cdot 0,80 + 0,13 \cdot 0,59 + 0,50 \cdot 0,94 = 0,85.$$

Для количественной оценки «рационального ассортимента» воспользуемся выражением (3.5) и данными представленными в табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Значения единичных показателей «рациональный ассортимент»

Свойство	Количественный показатель	Значение	
		фактическое	базовое
Качество продукции	$(\delta Y)_{вк}$	6	13
	$(\delta Y)_{хк}$	5	13
	$(\delta Y)_{нк}$	2	13

Коэффициенты весомости для «рационального ассортимента», также как и для «развернутого ассортимента», принимаем равнозначными при условии, что

$$\sum_1^3 \alpha_i = 1. \text{ Тогда, } A_{рац} = \{ [6/13] \cdot 0,33 + [5/13] \cdot 0,33 + [2/13] \cdot 0,33 \} = 0,32.$$

Далее осуществим расчет составляющей КСА «оптимальный ассортимент». Как было сказано ранее, под оптимальным ассортиментом предусматривают набор товаров, удовлетворяющий реальные потребности с максимально полезным эффектом для потребителя при минимальных затратах на их проектирование, разработку, производство и доведения до потребителей. Изделия оптимального ассортимента как правило отличаются повышенной конкурентоспособностью. Количественно оптимальный ассортимент определяется следующим показателем:

$$OA = \mathcal{E}_n / I, \quad (3.11)$$

где \mathcal{E}_n - полезный эффект от изделий при использовании его потребителем по назначению, руб.;

I - издержки на проектирование, разработку, производство и доведение изделия до потребителя, руб.

Полезный эффект от изделий (материалов) при использовании его потребителем по назначению в абсолютном измерении в отдельных случаях определить достаточно сложно, т.к. он имеет различную природу и иногда сводится к трудно измеряемым числом качественным различиям [146]. В связи с этим, для количественной оценки понятия «оптимальный ассортимент» предлагается определять дополнительные затраты на соответствующий уровень повышения качества продукции в рассматриваемом ассортименте промышленного предприятия [43].

В формализованном виде обобщенную количественную оценку продукции оптимального ассортимента (OA) можно представить в виде

$$OA = extr(Q_a, Z), \quad (3.12)$$

где Q_a – комплексный показатель качества ассортимента продукции, производимого на предприятии;

Z – общие затраты на обеспечение различных категорий качества продукции в производимом ассортименте.

Как уже было отмечено ранее, показатель (Q_a) определяем в соответствии с выражением (3.8), а показатель Z – по выражению (3.3).

На основании выражения (3.6) и данных табл. 3.9 произведем количественную оценку «оптимального ассортимента»

Таблица 3.9 – Значения единичных показателей «оптимальный ассортимент»

Свойство	Количественный показатель	Значение	
		фактическое	базовое
Стоимость на обеспечение соответствующего уровня качества	$(Z)_{вк}$	22,80	85,80
	$(Z)_{хк}$	21,50	85,80
	$(Z)_{нк}$	20,00	85,80

$$A_{onm} = \{[22,80/85,80] \cdot 0,33 + [21,50/85,80] \cdot 0,33 + [20,00/85,80] \cdot 0,33\} = 0,23.$$

На заключительном этапе осуществим расчет KCA по формуле (3.7). При этом принимаем, что коэффициенты весомости по разновидностям ассортимента

(β) являются равнозначными и при этом сохраняется условие $\sum_1^3 \beta_j = 1$.

$$KCA = 0,47 \cdot 0,33 + 0,32 \cdot 0,33 + 0,23 \cdot 0,33 = 0,35.$$

В результате имеем $KCA = 0,35$, что показывает на недостаточный (низкий) уровень конкурентоспособности сформированного ассортимента, т.к. по шкале порядка [144]: $KCA = 1,00 \dots 0,71$ имеет достаточный уровень конкурентоспособности; $KCA = 0,70 \dots 0,41$ – хороший уровень конкурентоспособности, $KCA = 0,40 \dots 0,00$ – недостаточный уровень конкурентоспособности.

Необходимо отметить, что из всех товароведных характеристик (ассортиментная, качественная, количественная и стоимостная) ассортиментная характеристика является наиболее сложной как в качественном, так и в количественном представлении. Поэтому разработанная методология количественной оценки «конкурентоспособного ассортимента» может показаться несколько громоздкой. Для автоматизации процесса расчета была разработана компьютерная программа [147], основные окна которой приведены на рис. 3.3 и 3.4.

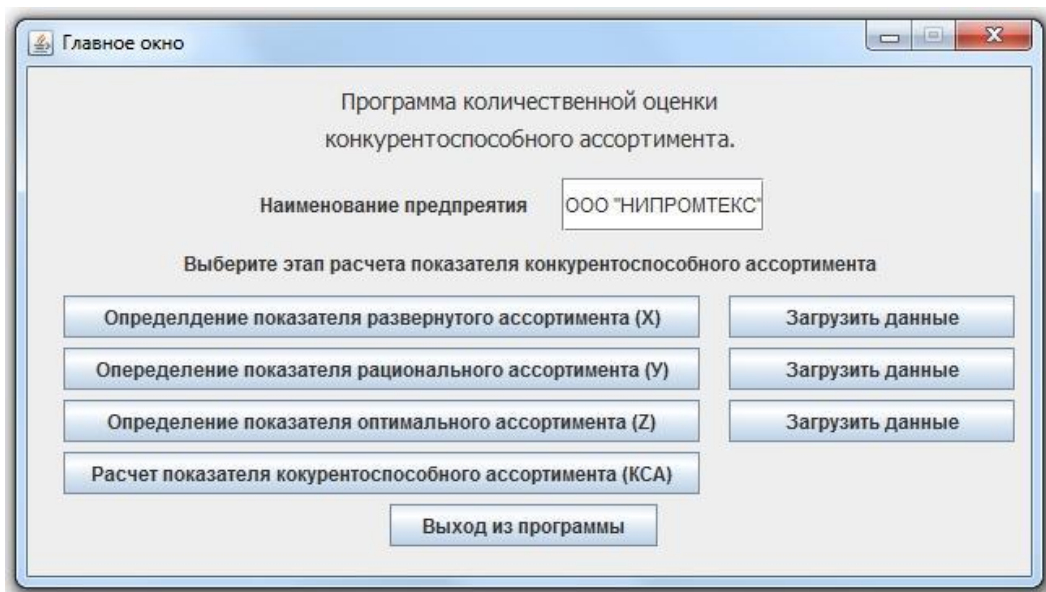


Рис. 3.3 – Общий вид главного окна по количественной оценке конкурентоспособного ассортимента промышленного предприятия

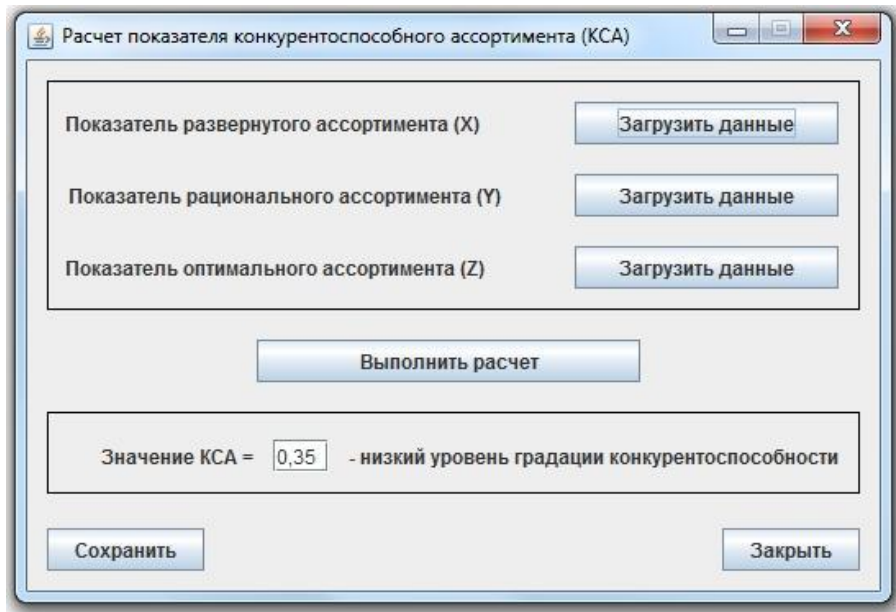


Рис. 3.4 – Окно для расчета показателя конкурентоспособного ассортимента промышленного предприятия

Основные достоинства данной компьютерной программы заключаются в снижении трудоемкости расчетов и возможности поэтапного определения всех показателей конкурентоспособного ассортимента. Кроме того программа учитывает различные требования потребителей продукции строительного назначения и дает возможность широко варьировать исходными данными, т.е. организовывать управление конкурентоспособностью промышленного ассортимента.

3.3. Формирование конкурентоспособной ассортиментной политики промышленного предприятия по производству геотекстильных материалов строительного назначения

Грамотная ассортиментная политика является ключевым звеном не только в повышении конкурентоспособности предприятия, но и в успешной реализации выпускаемой им продукции. Для формирования рациональной ассортиментной политики необходимо иметь соответствующее методическое обеспечение.

В работе [148] выявлены два основных подхода, которые оказывают существенное влияние на формирование ассортиментной политики производственного предприятия, а именно: производственный и маркетинговый.

«Производственный» подход связан с внутренней организацией предприятия на производимый ассортимент продукции, а «маркетинговый» ориентирован на создание рациональной ассортиментной политики предприятия для различных целей, которые состоят в формировании товарного портфеля, основанного на постоянном мониторинге внешней среды, анализе сегментов рынка, покупательной способности потребителей, товарной политике конкурентов и т.п.

Для формирования рациональной ассортиментной политики были предложены теоретические основы [149], а также критерии и факторы, которые прямым или косвенным образом воздействуют на ассортиментную политику промышленного предприятия [150]. Теоретические основы представлены в табл. 3.10.

Таблица 3.10 – Общие теоретические основы формирования рациональной ассортиментной политики промышленного предприятия

Теоретическая основа	Составляющие теоретической основы
Аспекты	Экономические Организационные Правовые Технологические
Принципы	Комплексность Специализация Учет и отражение региональных особенностей Оптимальная информированность Последовательность и непрерывность Профессионализм

Таким образом, формирование рациональной ассортиментной политики носит многоаспектный и многоэтапный характер, так как зависит от организационно-экономических, технологических и правовых факторов, которые оказывают влияние на конкурентоспособность промышленного предприятия.

Основные принципы формирования рациональной ассортиментной политики промышленного предприятия заключаются в следующем:

- комплексность (оценка ассортимента геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве, с учетом его качественных и количественных показателей);
- специализация (разработка новых марок геотекстильного материала для конкретных строительных организаций с учетом специфики предприятия);
- учет и отражение в ассортименте региональных особенностей (разработка перечня марок геотекстильных материалов, предназначенных для использования в дорожном строительстве в том или ином регионе);
- оптимальная информированность (эффективное управление предприятием, которое достигается наличием достаточной информационной базы, сформированной в результате различных видов исследований);
- последовательность и непрерывность (постоянное обновление ассортимента);
- профессионализм (разработка и управление ассортиментной политикой промышленного предприятия должно осуществляться лицами, владеющими теоретическими основами и навыками их использования).

С учетом представленных теоретических основ в табл. 3.11 выделены критерии и факторы, оказывающие влияние на ассортиментную политику промышленного предприятия.

Таблица 3.11 - Критерии и факторы, влияющие на ассортиментную политику промышленного предприятия

Критерий	Факторы
1	2
В зависимости от вида воздействия определенных групп факторов	Предполагающие Основополагающие Стимулирующие Поддерживающие Благоприятствующие
В зависимости от стадии жизненного цикла потребительской продукции	Стадия зарождения Стадия роста Стадия зрелости Стадия спада

1	2
В зависимости от характера воздействия	Основные Второстепенные
В зависимости от форм воздействия	Внутренние Внешние
В зависимости от объекта и субъекта воздействия	Объективные Субъективные
В зависимости от определенности явлений	Количественные Качественные
В зависимости от количества элементов в факторе	Сложные Простые
В зависимости от функционирования предприятия	Общие Специфические
В зависимости от способа прироста результативного показателя	Интенсивные Экстенсивные
В зависимости от срока воздействия на результаты производства	Постоянные Переменные
В зависимости от возможности качественной и количественной оценки	Измеримые Неизмеримые

На основании выявленных критериев и факторов (см. табл. 3.11) можно сделать вывод, что при формировании оптимальной ассортиментной политики промышленного предприятия необходимо усилить методические основы маркетингового подхода в направлении сбалансированности структуры конкурентоспособного ассортиментного портфеля предприятия за счет уточнения операций алгоритма и выделения трех основных этапов, показанных на рис. 3.5 [148].

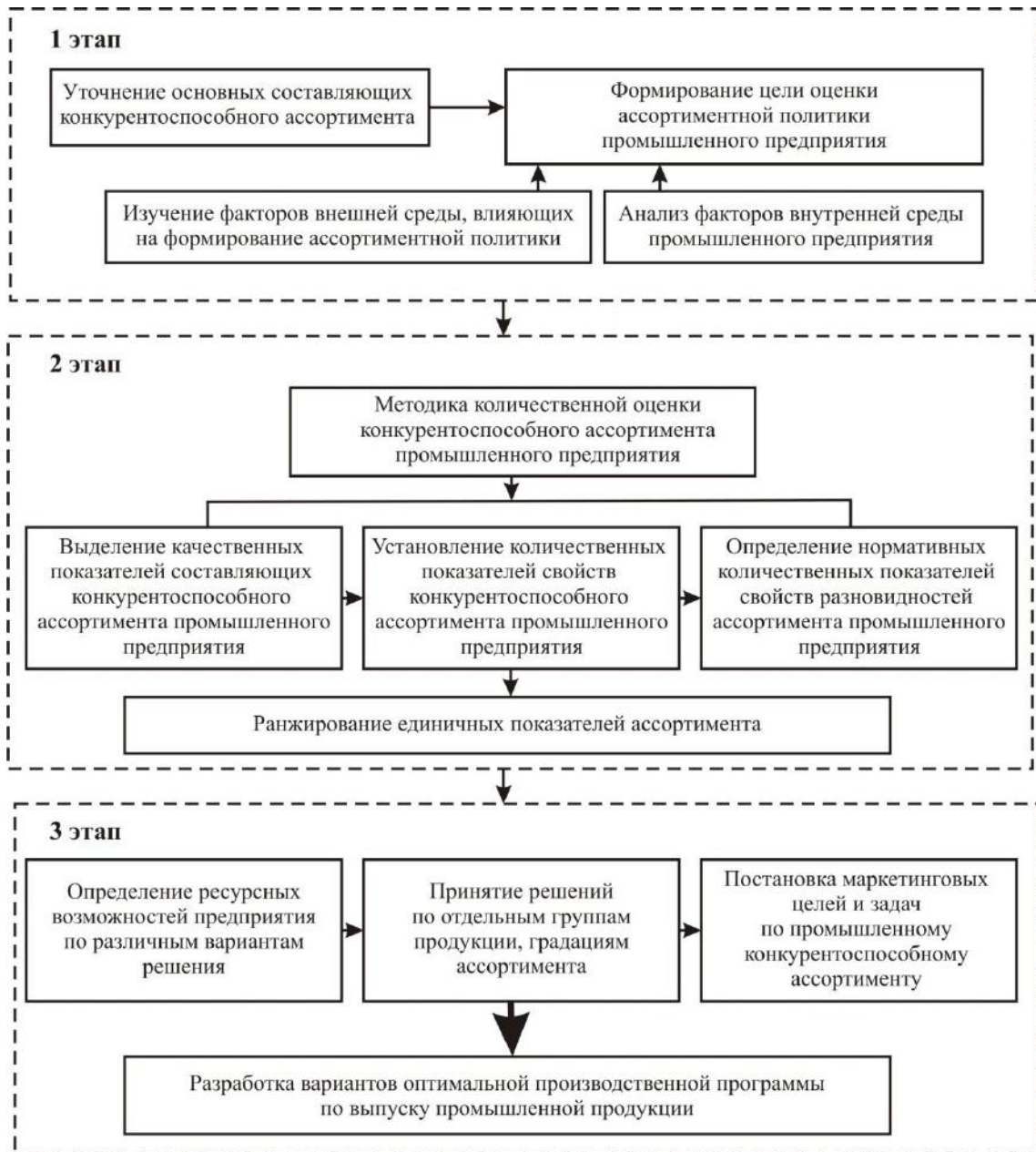


Рис. 3.5 - Основные этапы формирования конкурентоспособного ассортимента промышленного предприятия

В соответствии с представленным на рис. 3.5 алгоритмом действий на первом этапе необходимо изучить маркетинговую среду и определить альтернативные цели ассортиментной политики. Исходным пунктом алгоритма оценки ассортиментной политики является уточнение основных составляющих конкурентоспособного ассортимента промышленного предприятия. Этот индикатор является базой для сравнения плановых и достигнутых результатов. После этого необхо-

димо сформулировать цели оценки ассортиментной политики промышленного предприятия, например, составить оптимальную структуру товарного портфеля для производства и т.п. Планирование ассортиментной политики на промышленном предприятии имеет свою специфику, обусловленную влиянием конкурентных факторов внешней и внутренней среды. После проведения анализа выбор ассортиментной политики промышленного предприятия рекомендуется заканчивать составлением перечня возможностей и угроз внешней среды по каждой ассортиментной линии.

На втором этапе применяется методика количественной оценки конкурентоспособного ассортимента, с использованием разработанных критериев и факторов, представленных в табл. 3.11. На основании проведенного анализа определяется значимость свойств и количественных показателей ассортимента, необходимая для комплексной оценки конкурентоспособности ассортимента промышленного предприятия.

Третий этап – принятие решений. На этом этапе применяются рекомендации, полученные в ходе оценки ассортиментной политики, уточняются маркетинговые цели по развитию вырабатываемой политики, в соответствии с которыми происходит планирование производственной программы предприятия. В основу планирования производственной программы ложится оптимизационная маркетинговая модель, которая включает нахождение оптимального баланса товарных линий и марок в ассортиментном портфеле, находящихся на различных этапах жизненного цикла, которые обеспечат стабильные финансовые поступления.

Таким образом, для формирования рациональной ассортиментной политики с целью обеспечения конкурентоспособного ассортимента необходимо прежде всего иметь методическую поддержку по количественной оценке составляющих производственного ассортимента.

3.4. Выделение новых результатов по главе

В разделе 1.2 показано, что основными факторами, влияющими на выпуск конкурентоспособной продукции, являются грамотная ассортиментная политика предприятия, наличие современной технологической цепочки по производству высококачественной продукции, квалифицированный персонал и другие. При формировании конкурентной ассортиментной политики определенную роль играет планирование и количественный анализ ассортиментной характеристики. Данная проблема актуальна и по той причине, что в учебной и научной литературе не введено и не раскрыто понятие «конкурентоспособный ассортимент».

1. Предложено на уровне разновидностей ассортимента в понятие «конкурентоспособный ассортимент» включать такие разновидности, как развернутый, рациональный и оптимальный, и характеризовать их свойствами: наполняемость, качество и стоимость на обеспечение качества.

2. Разработан алгоритм решения проблемы по количественной оценке конкурентоспособного ассортимента, включающего операции по построению дерева свойств, формированию и нормированию количественных показателей свойств ассортимента.

3. Создана методика по оценке уровня конкурентоспособности выпускаемого промышленным предприятием продукции. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении № 20865 от 05.05.2015 г. [147].

4. Приведены рекомендации по совершенствованию ассортиментной политики предприятия в направлении обеспечения конкурентоспособности выпускаемого ассортимента продукции.

**ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ
И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ РЕКОМЕНДАЦИЙ
СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**4.1. Разработка обобщенного подхода в проектировании (прогнозировании)
требуемого уровня качества геотекстильных материалов
для строительства автомобильных дорог**

Обеспечение производства конкурентоспособных строительных материалов, используемых в дорожном строительстве, требует создания соответствующих методик по обеспечению требуемого уровня качества. В международном стандарте [60] предусматривается разделение промышленного цикла производства конкретной продукции на соответствующие процессы в соответствии с ее жизненным циклом. Согласно [60] жизненный цикл продукции последовательно определен обобщенными процессами: планирование продукции; проектирование производственных процессов; производство продукции; контроль и испытание промежуточной продукции, контроль качества готовой продукции; упаковка и хранение готовой продукции; реализация и распределение продукции; монтаж и эксплуатация продукции; техническая помощь в обслуживании продукции; утилизация продукции после использования. Таким образом, обеспечение требуемого уровня качества продукции, в первую очередь, связано с процессом её планирования, необходимым для достижения высокой конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

При планировании качества продукции основными критериями являются измерение потребностей и предпочтений покупателей, оптимизация цен, снижение уровня брака как управленческого, так и производственного [151]. В стандарте ИСО 9001:2008 приводится цикл постоянных улучшений «Plan - Do - Check - Act» (PDCA) - «Планирование - осуществление - проверка - действие». В связи с

этим, планирование часто рассматривается лишь как элемент методологии PDCA собственно в производственной деятельности [151] и планы обеспечения качества описывают, каким образом система менеджмента качества (СМК) применяется к определенному изделию или контракту, точнее - какие процедуры и соответствующие ресурсы, кем и когда должны применяться к конкретному проекту, продукции, процессу или контракту. В [152] описано как выполнить требования стандарта ИСО 9001:2008 с помощью плана обеспечения качества, который включал следующие разделы: ответственность руководства; обзор контракта; управление проектированием; управление документацией и данными; закупка; собственность заказчика; идентификация и прослеживаемость; управление производственным процессом; осмотр и испытания; измерительное и испытательное оборудование; несоответствующие изделия.

При развертывании процесса планирования качества переходят к процессу проектирования (прогнозирования) необходимого уровня качества продукции на основе следующих требований:

- удовлетворение требований потребителей к качеству продукции;
- снижение затрат на разработку качественной продукции;
- ориентация всех стадий производственного процесса на повышение их эффективности;
- повышение квалификации производственного персонала и улучшение управления во всех звеньях производства;
- проведение постоянного мониторинга за уровнем значений показателей качества промежуточной и готовой продукции.

Наиболее распространенной зарубежной методологией проектирования качества продукции является методология [153] под названием «Развертывание Функции Качества» (Quality Function Deployment – QFD), которая частично раскрыта в разделе 1.5.

Основные операции методологии QFD связаны с необходимостью:

- выявления требований потребителей к качеству продукции;

- перевод требований потребителей в количественные характеристики (показатели) продукции;
- установление необходимых значений показателей качества продукции.

Переформатируем данные операции в соответствующий алгоритм (см. рис. 4.1) для того, чтобы определить направления его совершенствования.

Анализ блок-схемы алгоритма QFD (см. рис. 4.1) показывает, что она имеет определенные недостатки, связанные с тем, что, во-первых, потребители не владеют информацией о свойствах продукции и раскрывают свои суждения в абстрактных понятиях, отличающихся от установленной номенклатуры единичных показателей качества (ЕПК), которая в каждом отдельном случае для соответствующих объектов должна быть уточнена. Во-вторых, требуется комплексная оценка качества проектируемой продукции, необходимая для подтверждения достигнутого уровня качества. По этой причине методология QFD требует совершенствования на следующих этапах: переводе абстрактных мнений потребителей продукции в ЕПК; установлении базовых (нормативных) значений; ранжировании ЕПК и комплексной оценке качества продукции.

Таким образом, в методологии QFD осуществляется декомпозиция сложного свойства «Качество продукции» непосредственно в «Единичные показатели качества продукции», что сложно осуществить на практике, так как мнения потребителей выражаются в абстрактной форме.

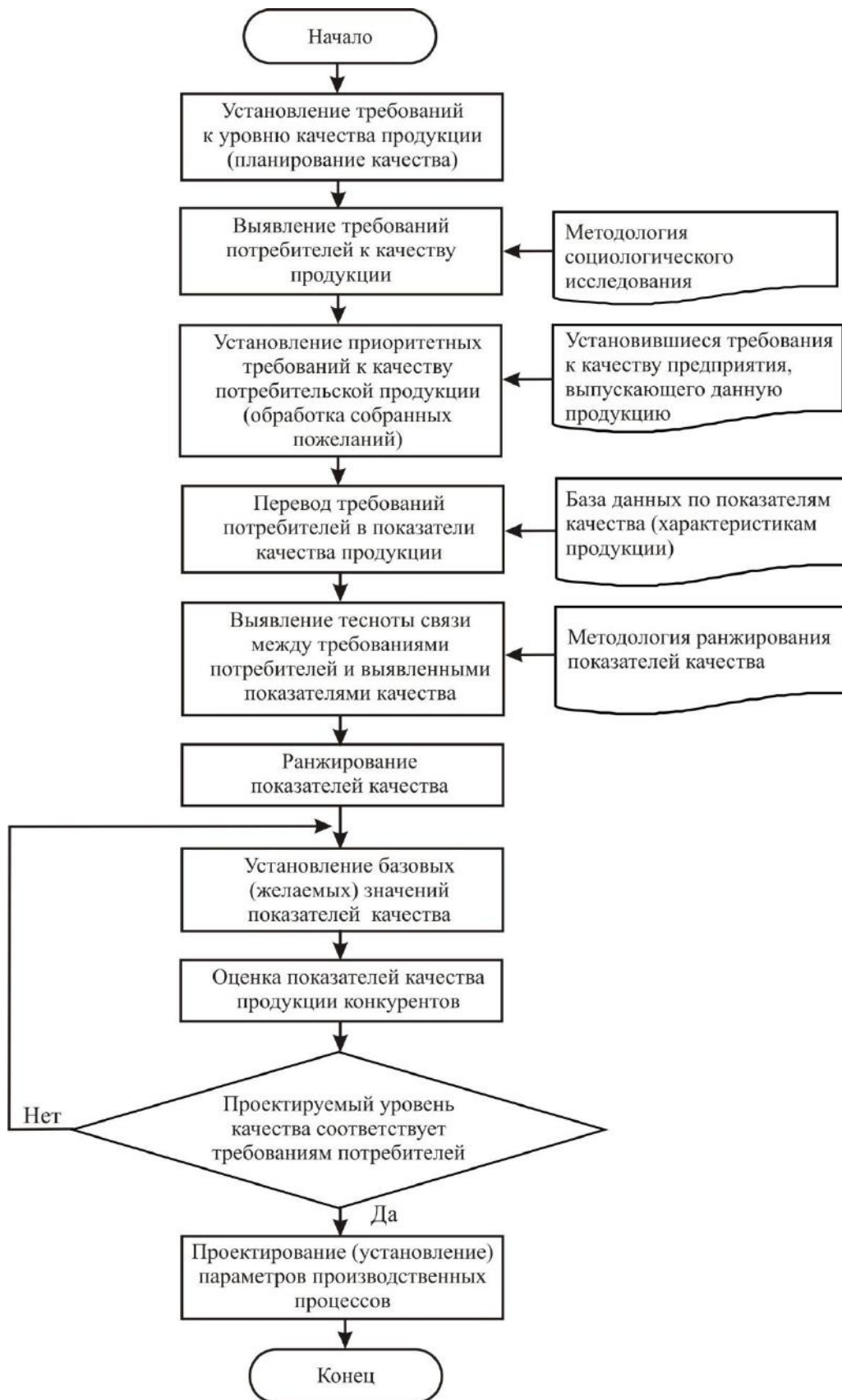


Рис. 4.1 – Блок-схема алгоритма методологии QFD [154]

Для совершенствования основного этапа методологии QFD предложено осуществить декомпозицию сложного свойства «Качество продукции» в следующем порядке (см. рис. 4.2), а именно: выделить группу свойств; по соответствующим группам определить простые свойства; с использованием базы данных по количественным показателям выделить количественные показатели по отдельным свойствам; придать установленным количественным показателям статус ЕПК.



Рис. 4.2 – Декомпозиция сложного свойства «Качество продукции»

Для успешной реализации данного этапа необходимо поставить и решить следующие задачи:

- сформировать базу данных по группам свойств геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве;
- сформировать базу данных по количественным показателям свойств геотекстильных материалов;
- разработать методику по установлению нормативных (базовых) значений показателей качества геотекстильных материалов;
- решить проблему комплексной количественной оценки качества геотекстильных материалов.

4.2. Формирование базы данных по свойствам геотекстильных материалов строительного назначения

При проектировании требуемого уровня качества как основной составляющей конкурентоспособности необходимо использовать как качественные характеристики (свойства), так и количественные характеристики свойств. Практика проектирования качества потребительской продукции (в том числе и строительного

назначения) показывает, что в итоге используют только количественные характеристики (показатели) [63], что усложняет сам процесс проектирования. Это связано с тем, что отсутствует база данных по свойствам, а в нормативных документах [69] используются только количественные показатели (физические величины).

Формирование базы данных по качественным характеристикам должно начинаться с их классификации, которая приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Классификация качественных характеристик

Признак	Наименование свойства	Отличительные черты
По подразделению на группы свойств согласно предметного и функционального признака	Предметные	Отражают подразделение на группы свойств по предметному признаку: геометрические, структурные, механические и др.
	Функциональные	Показывают подразделение на группы свойств по функциональному признаку: назначения, технологичности, надёжности и т.д.
По степени сложности	Простые	Показывают способность не делиться на другие свойства
	Сложные	Обладают совокупностью простых и сложных свойств нижнего уровня
По виду проявляемого свойства	Позитивные	Отражают тенденцию к улучшению качества продукции, при увеличении значений количественных показателей
	Негативные	Отражают тенденцию к ухудшению качества продукции при увеличении значений количественных показателей
По характеру выражения в объекте	Собственные	Характеризуют постоянное существование в самой продукции
	Присвоенные	Определяют временную (присвоенную) характеристику продукции
По условиям проявления	Первичные	Отражают объективную особенность материала (изделия) в первоначальный момент времени ее появления
	Вторичные	Показывают дополнительную особенность материала (изделия) изменять во времени свое первоначальное состояние под влиянием различных факторов
По форме представления	Однополярные	Отражают однополярную форму записи
	Двухполярные	Показывают двухполярную форму записи в виде комплементарной конструкции
	Трёхполярные	Отражают трёхполярную форму записи в виде контрарной конструкции

Процесс проектирования качества как сложного свойства на первом этапе связан с его декомпозицией на простые и сложные свойства более низкого уровня, которые в дальнейшем можно количественно оценить. Простое (элементарное) свойство является основой любой качественной характеристики продукции и находится на нижнем уровне в иерархии свойств. На начальном этапе исследования уточним понятие простого свойства, приводимое в различной литературе. Предварительно обратимся к нормативной документации. Так, согласно [155], под *свойством* продукции понимается «... объективная особенность, которая может проявляться при её создании, эксплуатации и потреблении».

В несколько иной интерпретации встречается определение свойства в научной литературе. В частности, в [156] *свойство* продукции рассматривается как «...объективная потребительская или стоимостная особенность продукции, проявляющаяся при её создании, эксплуатации или потреблении». По мнению авторов, продукция одновременно обладает совокупностями потребительских и стоимостных свойств. Между совокупностями этих свойств существует принципиальное различие. Если потребительские свойства отражают меру полезности продукции, то стоимостные свойства учитывают цену благ, предоставляемых продукцией.

В словаре русского языка Ожегова С.И. [157] понятие *свойство* трактуется как «качество, признак, составляющий отличительную особенность кого (чего) –нибудь». В философском словаре [158] исследуемому понятию соответствует следующее определение: «*свойство* - философская категория, выражающая такую сторону предмета, которая обуславливает его различия или общность с другими предметами и обнаруживает его отношение к ним».

Научная трактовка понятия *свойства* даётся в работе [159]. По мнению авторов, важнее проследить содержательную связь свойства и отношения. Во-первых, любое свойство, даже если его понимать как потенциальную способность обладать определенным качеством, выявляется в процессе взаимодействия объекта (носителя свойства) с другими объектами, т.е. в результате установления некоторого отношения. Например, чтобы убедиться в том, что тканое полотно синего цвета, мало иметь само изделие, нужен ещё источник белого света и анализатор

цвета, отражённого от ткани. Во-вторых, авторы и выдвигают предположение, «... что свойство – это не атрибут объекта, а лишь определённая абстракция отношения, экономящая мышление». Например, говорят, что стекло прозрачно, вместо того, чтобы каждый раз говорить об отношении между лучом света, падающим на поверхность стекла, самим стеклом и приёмником света, находящимся по другую сторону этого стекла. В итоге авторы делают вывод, что «свойство – это свёрнутое отношение», и в таком варианте понятие «свойство» схоже с определением, данным в [158].

Таким образом, понятие свойство в литературе [63], [157...159] представлено различными определениями, поэтому для целей научного исследования в дальнейшем под *свойством* продукции (товара) будем понимать основную качественную характеристику, отражающую различие или общность с другими объектами и проявляющуюся только в сравнении с ними.

Базу данных по простым свойствам целесообразно создавать по различным группам, используя предметный признак: геометрические, структурные, механические, физические (оптические, тепловые, электрические, гигроскопические), химические, биологические и т.д., а также функциональный признак: назначения, надёжности, технологичности, стандартизации и т.д.

Данные матрицы позволяют не только осуществить первичный выбор простых свойств с учётом абстрактных требований потребителей, но и прогнозировать создание новых (специфических) свойств продукции.

Применительно к геотекстильным материалам, используемых при ремонте и строительстве автомобильных дорог, были сформированы матрицы по соответствующим группам, которые в полном объеме в работе не приводятся.

Например, для построения матрицы простых структурных свойств можно использовать признаки, определяющие состояние и характер взаимодействия элементов строения материалов, а именно: форма элементов, взаимное расположение элементов, взаимосвязь элементов, включение посторонних элементов, нарушение структуры элементов (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Матрица простых структурных свойств нетканых геотекстильных материалов

Состояние и характер взаимодействия элементов строения материала	Наименование свойства
Взаимное расположение элементов	Пористость Опорность (поверхности) Ориентируемость (волокон)
Взаимосвязь элементов	Смешанность
Включение посторонних элементов	Засоренность Загрязненность Запыленность
Нарушение структуры элементов	Порочность Дефектность

Гигроскопические свойства геотекстильных материалов характеризуют их способность поглощать и отдавать водяные пары и воду [39], [160]. Поглощение паров осуществляется путем адсорбации, абсорции и капиллярной конденсации и зависит, главным образом, от волокнистого состава геотекстильных материалов. Матрица простых гигроскопических свойств представлена в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Матрица простых гигроскопических свойств нетканых геотекстильных материалов

Характер взаимодействия с влагой	Наименование свойства
В воздушной среде	Влажность
Частичный контакт	Капиллярная впитываемость Смачиваемость
Полный контакт	Водопроницаемость Водопоглощенность (намоченность) Водоупорность

Тепловые свойства характеризуют отношение геотекстильных материалов к действию на них тепловой энергии [161]. Под действием тепловой энергии геотекстильные материалы проявляют ряд свойств: способность проводить теплоту (теплопроводность, температуропроводность), способность поглощать теплоту (теплоемкость), способность изменять или сохранять свои свойства (тепло- и термостойкость, огнестойкость, морозостойкость) [160].

Представим тепловые свойства геотекстильных материалов в виде матрицы (табл. 4.4).

Таблица 4.4 - Матрица простых тепловых свойств геотекстильных материалов

Отношение к действию тепловой энергии	Наименование свойства
Перенос (пропускание) тепла	Теплопроводность Температуропроводность
Поглощение тепла	Теплоемкость
Устойчивость к высоким температурам	Теплостойкость Термостойкость Жаростойкость
Устойчивость к низким температурам	Морозостойкость
Устойчивость к огню	Огнестойкость

Механические свойства отражают комплекс свойств, определяющих отношение материала к действию различно приложенных к нему сил. Под действием механических сил материал деформируется: изменяются его размеры и форма. Для оценки механических свойств геотекстильных материалов, применяемых в дорожном строительстве, используется большое число различных характеристик. В табл. 4.5 ... 4.7 представлены следующие матрицы простых механических свойств при деформации растяжения, сжатия и изгиба.

Таблица 4.5 - Матрица простых механических свойств геотекстильных материалов при деформации растяжения

Характер взаимодействия на пробу	Наименование свойства при виде испытания		
	полуцикловое	одноцикловое	многоцикловое
Без разрушения (неразрывные характеристики)	Жесткость Податливость Напряженность Ползучесть Деформация	Упругость Эластичность Пластичность	Усталость
С разрушением (разрывные характеристики)	Прочность	-	Выносливость Долговечность

Таблица 4.6 - Матрица простых механических свойств геотекстильных материалов при деформации сжатия

Характер взаимодействия на пробу	Наименование свойства при виде испытания		
	полуцикловое	одноцикловое	многоцикловое
Без разрушения (неразрывные характеристики)	Жесткость Напряженность Деформация Конформация	Рыхлость Смятие	Усталость
С разрушением (разрывные характеристики)	Прочность	-	Выносливость Долговечность

Таблица 4.7 - Матрица простых механических свойств геотекстильных материалов при деформации изгиба

Характер взаимодействия на пробу	Наименование свойства при виде испытания		
	полуцикловое	одноцикловое	многоцикловое
Без разрушения (неразрывные характеристики)	Жесткость	Смятие Упругость Эластичность Пластичность	Усталость
С разрушением (разрывные характеристики)		-	Выносливость Долговечность

Приведем пример матрицы по группе показателей надёжности (табл. 4.8).

Таблица 4.8 – Матрица свойств изменения надёжности нетканых геотекстильных материалов, используемых при ремонте и строительстве автомобильных дорог

Изменение свойств ГТМ	Факторы, воздействующие на ГТМ		
	времени	механические	физико-химические
1	2	3	4
Геометрических	Уменьшение протяженности (усадываемость)	Уменьшение протяженности (усадываемость)	Уменьшение протяженности (усадываемость)
		Увеличение протяженности (вытягиваемость)	Увеличение протяженности (вытягиваемость)
	Искажение формы (растягиваемость, искажаемость)	Искажение формы (появление вздутий, растянутых мест и т.п.) (искажаемость)	Искажение формы (искажаемость)
		Изменение формы жёстких деталей (изменяемость)	

1	2	3	4
Механических	Снижение прочности (ослабляемость)	Снижение прочности (ослабляемость)	Снижение прочности (ослабляемость)
		Образование складок (сминаемость)	Увеличение прочности (упрочняемость)
	Уменьшение жёсткости (размягчаемость)	Уменьшение жёсткости (размягчаемость)	Уменьшение жёсткости (размягчаемость)
	Увеличение жесткости (уплотняемость)	Увеличение жесткости (уплотняемость)	Увеличение жесткости (уплотняемость)

Для решения проблемы определения сложных оценочных свойств «технологическая результативность», «технологическая эффективность» в процессах производства геотекстильных материалов введено понятие первичных и вторичных свойств (см. табл. 4.1).

При наименовании первичных и вторичных свойств воспользовались имеющейся в современном русском языке словообразовательной моделью на основе причастий с помощью продуктивного формата (суффикса «ость»). Далее в зависимости от формы причастия происходит дифференциация значений терминов. Так, образования от страдательных причастий прошедшего времени (например, *разъединенность (волокон)*, *засоренность (материала)* и т.д.) имеют значение «конечного состояния» или «результата» до и после операции технологического процесса (воздействия), а образование от страдательных причастий настоящего времени (*разъединяемость, очищаемость*) отражает значение «подверженности» или «результата под определенным воздействием» [162]. В табл. 4.9 приведен пример трансформации первичных свойств технологического процесса формирования холста при производстве нетканых иглопробивных ГТМ.

Таблица 4.9 – Первичные и вторичные свойства формирования холста в соответствующем технологическом процессе

Технологическое требование	Свойство	
	первичное (в комплементарной форме)	вторичное
Разъединенность совокупности спутанных волокон на более мелкие клочки	Неразъединенность Разъединенность	Разъединяемость
Сокращение количества пороков и сорных примесей	Засоренность Очищенность	Очищаемость
Равномерность слоя холста по толщине	Неравномерность Равномерность	Выравниваемость
Утоненный слой холста	Толщина Тонина	Утоняемость

Представление базы данных по свойствам геотекстильных материалов в электронном виде в качестве информационной поддержки процессов проектирования требуемого уровня качества нетканых геотекстильных осуществлено в виде соответствующей программы [163].

4.3. Проектирование качества геотекстильных материалов на основе требований специалистов в области дорожного строительства

В соответствии с жизненным циклом производимой продукции наиболее ответственным является этап, связанный с проектированием необходимого уровня качества продукции. Как было показано в разделе 1.5, одним из современных подходов осуществления процесса проектирования качества является методология «Развертывания Функции Качества» [63], которая требует усовершенствования для продукции строительной индустрии.

В качестве объекта исследования выбраны геотекстильные полотна торговой марки «Геоманит» (ООО «НИПРОМТЕКС», г. Железногорск Курской области), которые широко используются при ремонте и строительстве автомобильных дорог. К данному виду полотен предъявляются широкие требования по качеству: эксплуатационные, экономические, технологические и экологические [69]. Новые операции по совершенствованию методологии [63] состояли в ведении качественных характеристик (свойств) тканей и построения комплексного показателя качества (КПК), что повышает достоверность процесса прогнозирования требуемого уровня качества.

На первом этапе решения обозначенной проблемы сформировали алгоритм процесса проектирования требуемого уровня качества геотекстильных полотен на основе мнений специалистов в области дорожного строительства (см. рис. 4.3).

Для реализации представленного на рис. 4.3 алгоритма проектирования воспользуемся методикой построением «Дома качества». Процесс построения «Дома качества» (структурирования функции качества) для данного вида продукции складывается из нескольких операций (этапов) [70], [164]:

- выявление требований потребителей и выделение приоритетных потребительских требований;
- выделение качественных характеристик на основе существующей базы данных свойств продукции;
- определение весомости качественных характеристик продукции;
- выделение по каждой качественной характеристике наиболее информативной количественной характеристики с присвоением ей статуса единичного показателя качества (ЕПК);
- осуществление перерасчета коэффициентов весомости по ЕПК;
- установление базовых (нормативных) значений ЕПК;
- построение комплексного показателя качества;
- установления соответствия требуемому уровню качества.

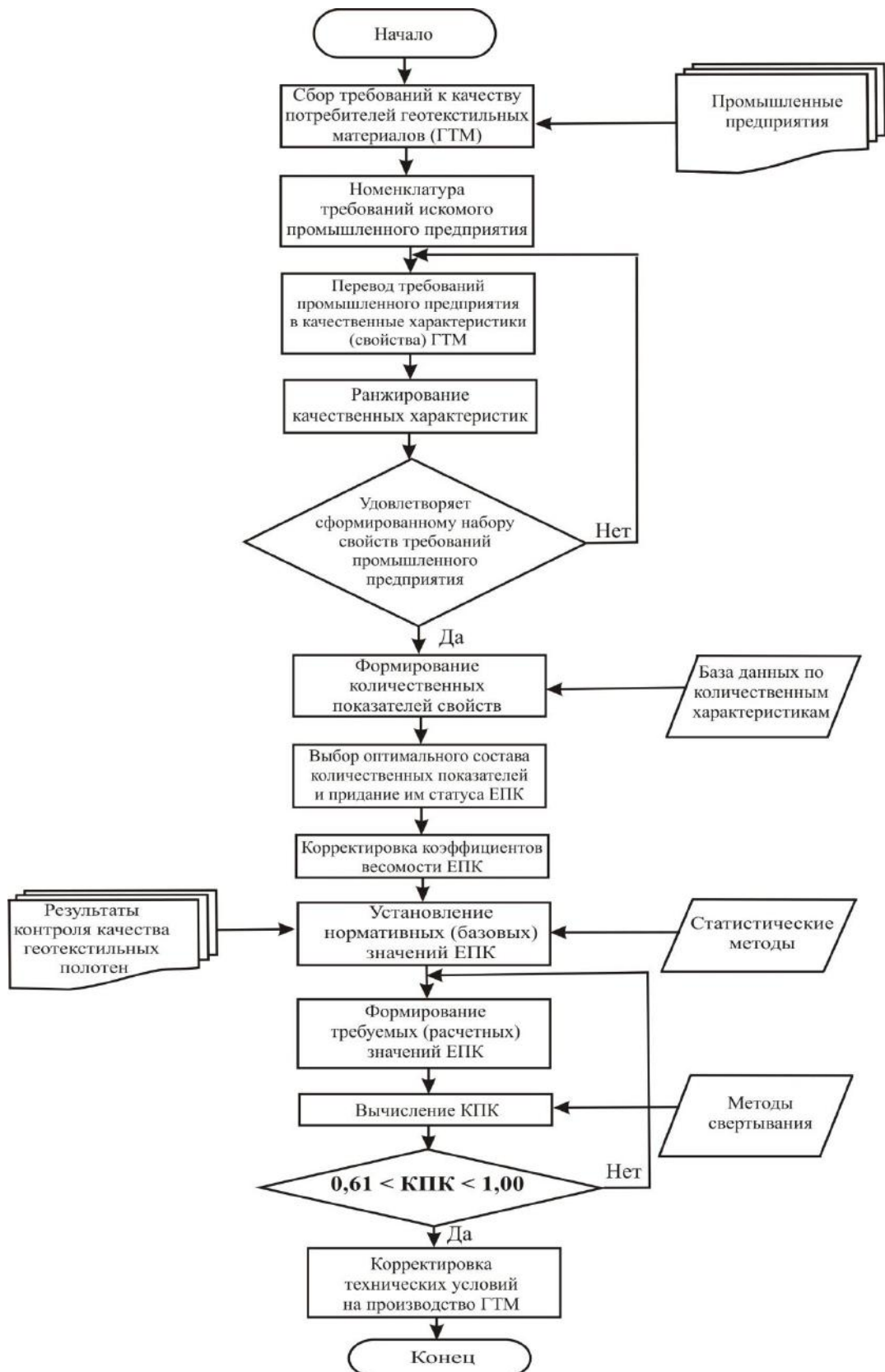


Рис. 4.3 - Алгоритм процесса проектирования требуемого уровня качества геотекстильных материалов на основе мнений исследуемого промышленного предприятия

Первоначально был произведен опрос потребителей на предмет выявления их требований к геотекстильным материалам, которые в максимальной степени способны удовлетворить их пожелания. Оценка важности требований также была возложена на потребителя. Требования потребителей были сформулированы в абстрактной форме (см. табл. 4.10) [165].

Таблица 4.10 - Требования потребителей к качеству ГТМ

Требования	Оценка
Является хорошим фильтром	5
Обладают высокой прочностью	5
Долго служат	4
Устойчивы к различным воздействиям	4
Обладают хорошей упругостью	3
Устойчив к различным температурным воздействиям	3
Обладает биологической инертностью	2

Затем каждому требованию был присвоен балл в соответствии со шкалой, представленной в табл. 4.11.

Таблица 4.11 - Шкала наименований ценности требований потребителей

Балл	Номинальная оценка балла
5	Очень ценно
4	Ценно
3	Менее ценно, но хорошо бы иметь
2	Не очень ценно
1	Не представляет ценности

На этапе выделения качественных характеристик (свойств) геотекстильных материалов воспользовались матрицами свойств, представленными в разделе 4.2.

Таблица 4.12 – Выбор свойств геотекстильных материалов в соответствии с требованиями потребителей

Требования потребителя	Матрица механических свойств (при деформации растяжения)			Что выбрано
	характер испытания	вид испытания	наименование свойства	
Обладает высокой прочностью	Без разрушения (неразрывные характеристики)	Полуцикловые	Жесткость	
			Податливость	
			Напряженность	
			Ползучесть	
			Деформация	√
		Упругость		
	Одноцикловые	Эластичность		
		Пластичность		
		Многоцикловые	Усталость	
	С разрушением (разрывные характеристики)	Полуцикловые	Прочность	√
			Одноцикловые	-
		Многоцикловые	Выносливость	
Долговечность				

В результате получили следующий список качественных характеристик исследуемых геотекстильных материалов: водопроницаемость; фильтрационная способность; материалоемкость; прочность (на растяжение); деформация (удлинение); морозостойкость; термоскойкость; биостойкость; химическая стойкость (кислотные и щелочные среды) и стабильность размеров.

На этапе установления значимости выявленных качественных характеристик продукции вводили шкалу порядка по установлению связи между требованиями потребителей и качественными характеристиками продукции (см. табл. 4.13).

Таблица 4.13 - Шкала порядка зависимости между требованиями потребителей и качественными характеристиками (свойствами) ГТМ

Баллы	Теснота связи
9	Сильная
5	Средняя
1	Слабая

В центральной части «Дома качества» (см. табл. 4.14) отмечали в баллах зависимость между требованиями потребителей и качественными характеристиками. Например, требование «является хорошим фильтром» сильно коррелирует со свойством фильтрационная способность, средняя корреляция связана со свойством водопроницаемость и имеет слабую корреляцию со свойством материалоемкость.

Таблица 4.14 – Установка взаимосвязи между требованиями потребителей и качественными характеристиками (свойствами) ГТМ

Качественные характеристики (свойства) ГТМ		Требования потребителей									
		Водопроницаемость	Фильтрационная способность	Материалоемкость	Прочность (на растяжение)	Деформация (удлинение)	Морозостойкость	Термостойкость	Биостойкость	Химическая стойкость	Стабильность размеров
Является хорошим фильтром	5	5	9	1							
Обладают высокой прочностью	5			5	9	1					
Долго служат	4			1	9					1	
Устойчивы к различным воздействиям	4				5				9		
Обладают хорошей упругостью	3		1	5		9				5	
Устойчив к различным температурным воздействиям	3						9	9			
Обладает биологической инертностью	2								9		
Весомость показателей		25	48	49	101	33	27	27	18	36	19

Далее на основании числовых значений весомости показателей (см. табл. 4.14) выделили наиболее значимые качественные показатели: фильтрационная способность, материалоемкость, прочность, деформация (удлинение), морозостойкость, термостойкость, химическая стойкость. В дальнейшем с использовани-

ем базы данных по количественным характеристикам свойств установили требуемые с присвоенным им статуса единичных показателей качества (ЕПК) (см. табл. 4.15).

На следующем этапе для единичных показателей качества осуществляли перерасчет их значимости в соответствии с весомостью их свойств [166] (см. табл. 4.14).

Методика перерасчета значимости заключалась в следующем: пусть качественной характеристике Y_i , $i = \overline{1, 7}$ (значимость y_i) соответствует k единичных показателей качества. Тогда получение нормированного балла значимости данной качественной характеристики (y'_i) осуществляем по формуле [167]:

$$y'_i = \frac{y_i \cdot k}{\sum_{i=1}^7 y_i \cdot k}, \quad i = \overline{1, 7}. \quad (4.1)$$

Например, свойству Y_1 (прочность $y_1 = 101$) соответствует два единичных показателя качества – X_1 и X_2 . Нормированная значимость y'_1 определяется по формуле (4.1):

$$y'_1 = \frac{101 \cdot 2}{101 \cdot 2 + 49 + 48 \cdot 3 + 36 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 27 + 27} = 0,344.$$

В этом случае нормированную значимость α_1 и α_2 каждого из показателей X_1 и X_2 и вычисляем следующим способом:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{0,344}{2} = 0,172.$$

Используя данную методику, в итоге получили список единичных показателей качества геотекстильных материалов с указанием их значимости (см. табл. 4.15).

Таблица 4.15 – Значения (нормативные и проектируемые) ЕПК и их коэффициенты весомости

Качественная характеристика (свойство)			Единичный показатель качества					
Наименование	Кодированное обозначение	Значимость, u_i	Наименование	Единица измерения	Кодированное обозначение	Числовое значение		Коэффициент весомости (α_i)
						нормативное	проектируемое	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прочность (на растяжение)	Y_1	101	Разрывная нагрузка в продольном направлении	кН/м	X_1	280	300	0,172
			Разрывная нагрузка в поперечном направлении	кН/м	X_2	380	400	0,172
Материалоемкость	Y_2	49	Поверхностная плотность	г/м ²	X_3	243	257	0,084
Фильтрационная способность	Y_3	48	Коэффициент фильтрации в плоскости полотна	м/сут	X_4	130	130	0,082
			Коэффициент фильтрации в нормальной плоскости полотна	м/сут	X_5	130	130	0,082
			Характеристика пор	мм	X_6	0,005	0,005	0,082
Химическая стойкость	Y_4	36	Коэффициент химической стойкости в 30% H_2SO_4	-	X_7	0,95	0,97	0,061
			Коэффициент химической стойкости в 20% NaOH	-	X_8	0,30	0,35	0,061
Деформация (удлинение)	Y_5	33	Относительное удлинение при разрыве по длине при 50% от разрушающего	%	X_9	0,88	0,90	0,056
			Относительное удлинение при разрыве по ширине при 50% от разрушающего	%	X_{10}	0,88	0,90	0,056
Морозостойкость	Y_6	27	Коэффициент стойкости к пониженным температурам	-	X_{11}	0,87	0,90	0,046

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Термостойкость	Y_7	27	Коэффициент стойкости к повышенным температурам	-	X_{12}	0,89	0,90	0,046

Комплексный показатель качества (*КПК*) вычисляли с помощью формулы:

$$КПК = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\|X_i\|} \right)^{sgnb} \cdot \alpha_i, \quad (4.2)$$

где $X_i, \|X_i\|$ – соответственно фактическое и базовое значения i -го единичного показателя качества;

$$sgnb = \begin{cases} +1, & \text{если } X_i < \|X_i\|, \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\|, \\ 0, & \text{если } X_i = \|X_i\|. \end{cases}$$

α_i – коэффициент весомости ЕПК при условии $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$.

С использованием данных табл. 4.15 определили *КПК* проектируемого ГТМ:

$$\begin{aligned} КПК = & \frac{280}{300} \cdot 0,172 + \frac{380}{400} \cdot 0,172 + \frac{243}{257} \cdot 0,084 + \frac{130}{130} \cdot 0,082 + \frac{130}{130} \cdot 0,082 + \frac{0,005}{0,005} \cdot 0,082 + \\ & + \frac{0,95}{0,97} \cdot 0,061 + \frac{0,30}{0,35} \cdot 0,061 + \frac{0,88}{0,90} \cdot 0,056 + \frac{0,88}{0,90} \cdot 0,056 + \frac{0,87}{0,90} \cdot 0,046 + \frac{0,89}{0,90} \cdot 0,046 = 0,946. \end{aligned}$$

Согласно уровней градации качества продукции, представленной в [166], отметим, что *КПК*, находящийся в пределах от 0,81÷1,00 соответствует «отличному» значению качества геотекстильного материала.

В итоге была усовершенствована известная методология [169] проектирования качества потребительской продукции за счет введения новых операций, которые позволили повысить достоверность процесса проектирования путем повышения надёжности в развертывании требований потребителей через соответствующие качественные характеристики (свойства) в количественные показатели (ЕПК)

и установления их весомости. Общий уровень качества проектируемой продукции определялся через комплексный показатель качества.

4.4. Формирование штрих-кода о качестве геотекстильных материалов

В соответствии с требованиями Всемирной Торговой Организации (ВТО) обязательным условием проведения внешней и внутренней торговли потребительскими товарами является наличие штрихового кода на товаре. Штрих-код позволяет значительно экономить время при вводе и считывании необходимой информации об изделии, а также избежать ошибок, которые часто возникают при вводе идентификационных данных вручную [170].

В настоящее время наиболее распространенным является линейный штриховой код в формате 1D [171], который включает следующие элементы информации: страна, где находится банк данных о штриховом коде; организация-производитель или продавец; информация о товаре; код упаковки и контрольная цифра. Линейный штриховой код содержит небольшой объем информации, включающий данные о производителе и виде товара, но не имеет информации о свойствах и качестве продукции.

В работе [172] была обоснована и введена матричная форма кодирования, позволяющая существенно расширить функциональные возможности классификации промышленной продукции и информацию о её качестве. При техническом решении данной проблемы возможно использование известных двухмерных штрих-кодов в формате 2D [173], [174]. Методическая составляющая проблемы включает анализ нормативных документов [42], [175] о маркировке изделий и необходимой информации для потребителей, сегментация информации о предприятии-производителе, его ассортиментных возможностях и качестве выпускаемой продукции.

В качестве образца был выбран нетканый геотекстильный материал торговой марки «Геоманит ДТ», производимый на предприятии ООО «НИПРОМ-ТЕКС». На основании [42], [175], а также требований потребителей к качеству

продукции были выделены характеристики для данного вида изделия (см. табл. 4.16) в трех категориях: о предприятии; об ассортименте и о качестве изделия.

Таблица 4.16 – Требования потребителей к качеству геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ»

Наименование характеристики	Кодируемая информация
<i>1. Информация о предприятии</i>	
Страна изготовитель	Российская Федерация
Наименование изготовителя	ООО «НИПРОМТЕКС»
Сайт предприятия	http://www.nipromtex-connect.ru
Юридический адрес предприятия изготовителя	307170, Курская область, г. Железногорск, ул. Мира, 67
<i>2. Информация об ассортиментных возможностях изделия</i>	
Нормативный документ	СТО 63165618-002-2010
Вид товара	Полотно нетканое геотекстильное из синтетических волокон
Наименование товара	Нетканое полотно торговой марки «Геоманит ДТ»
Область применения	Строительство и ремонт автомобильных дорог
Волокнистый состав	100 % полиэфирные волокна
Способ изготовления	Иглопробивное термоскреплённое
Смеска волокон	02
Артикул	5с
Дата изготовления	24.07.2015
<i>3. Информация о качестве изделия</i>	
Комплексный показатель качества	0,94
Поверхностная плотность, г/м ²	350
Ширина полотна, см	420
Толщина при давлении 2,0 кПа, мм	2,7
Прочность при растяжении, кН/м, не менее:	
- по длине;	11,0;
- по ширине	12,0

Для получения штрих-кода исследуемого геотекстильного полотна (рис. 4.4) воспользовались генератором Barcode Studio 15.2 штрих-кода OR-Code [173].



Рис. 4.4 - Двухмерных штрих-код в формате 2D для геотекстильного полотна торговой марки «Геоманит ДТ»

Преимущество штрих-кода в формате 2D состоит в том, что расшифровать информацию, представленную на рис. 4.4, возможно не только в торговых организациях, имеющих специальное оборудование, но и в бытовых условиях с помощью мобильного телефона или планшета, при наличии определенной программы [176]. На рис. 4.5 представлена возможность распознавания штрих-кода с помощью мобильного устройства.

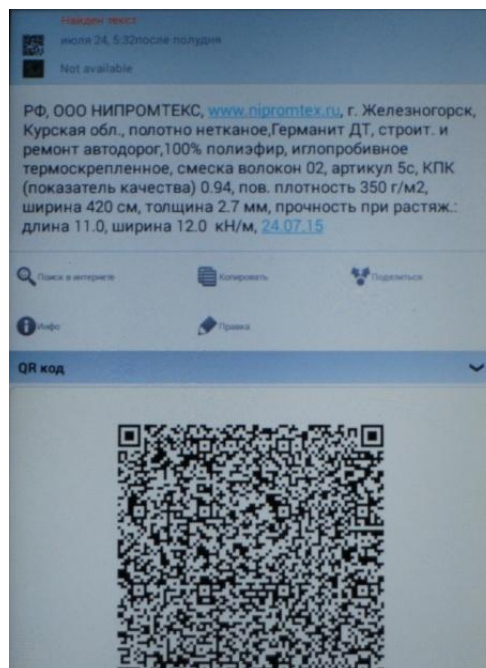


Рис. 4.5 – Распознавание закодированной информации о продукции с помощью мобильного устройства

4.5. Выделение новых результатов по главе

В соответствии с [44] жизненный цикл продукции определен процессами ее планирования (проектирования), производства, контроля качества и другими процессами. В последние годы на основании международных стандартов под процессом планирования (проектирования) продукции понимают не только установление значений ее технологических характеристик, но и прогнозирование необходимого уровня качества продукции как совокупности необходимых потребителю свойств. Анализ научной литературы, проведенный в разделе 1.5, показал, что данной проблеме ещё не уделяется должного внимания и очень часто проблему, связанную с проектированием (прогнозированием) качества продукции, смешивают с процессом проектирования технологических режимов оборудования. С учётом развития методологии проектирования (прогнозирования) качества геотекстильной продукции в данной главе получены следующие результаты:

1. Сформирован и реализован алгоритм проектирования качества геотекстильной продукции с учётом мнений её потребителей. В отличие от зарубежной методики QFD (функции развертывания качества) [63] введены новые операции по установлению определяющих свойств объекта исследования, формирования номенклатуры их количественных показателей, вычисления комплексного показателя качества.

2. Для объективного и достоверного перевода требований потребителей, зачастую в абстрактной форме, характеристики качества продукции сформирована база свойств геотекстильных материалов в виде соответствующих матриц, позволяющих учитывать факторы окружающей среды, форму механического воздействия и другие.

3. Разработана детализированная методика проектирования качества геотекстильных материалов, которая может быть использована и для проектирования качества другой потребительской продукции строительного назначения.

4. Сформирован двухмерный штрих-код в формате 2D, позволяющий в более полном объеме представить информацию о показателях качества выпускае-

мой промышленными предприятиями продукции. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении №15667 от 28.04.2010 г. [174].

**ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ПЛАНА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НЕТКАНОГО ГЕОТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
ПО КРИТЕРИЮ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА
ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ**

**5.1. Разработка алгоритма формирования фактического плана контроля
производства нетканых геотекстильных материалов
для достижения требуемого уровня качества продукции**

В разделе 1.4 показано, что формирование плана технологического контроля (в машиностроении используется термин «Технический контроль») на промышленном предприятии осуществляется по наличию измерительных средств, обусловленных требованиями стандартов по контролю качества продукции. Иными словами, на предприятиях по производству геотекстильных материалов нет научно-обоснованной стратегии по формированию оптимального плана технологического контроля.

Для создания новой стратегии построения фактического плана технологического контроля, направленного на выпуск высококачественной продукции на первом этапе формировали обобщенный алгоритм действий, приведенный на рис. 5.1.

Ключевой операцией данного алгоритма является построение полного плана технологического контроля, предусматривающего выделение максимально возможного количества параметров по каждому основному и вспомогательному процессам производства нетканых геотекстильных материалов, и формирование оптимального (фактического) плана контроля при соблюдении следующих условий:

- достижения требуемого уровня качества производимой продукции;
- формирование новых критериев мониторинга (контроля) процессов производства геотекстильных материалов;

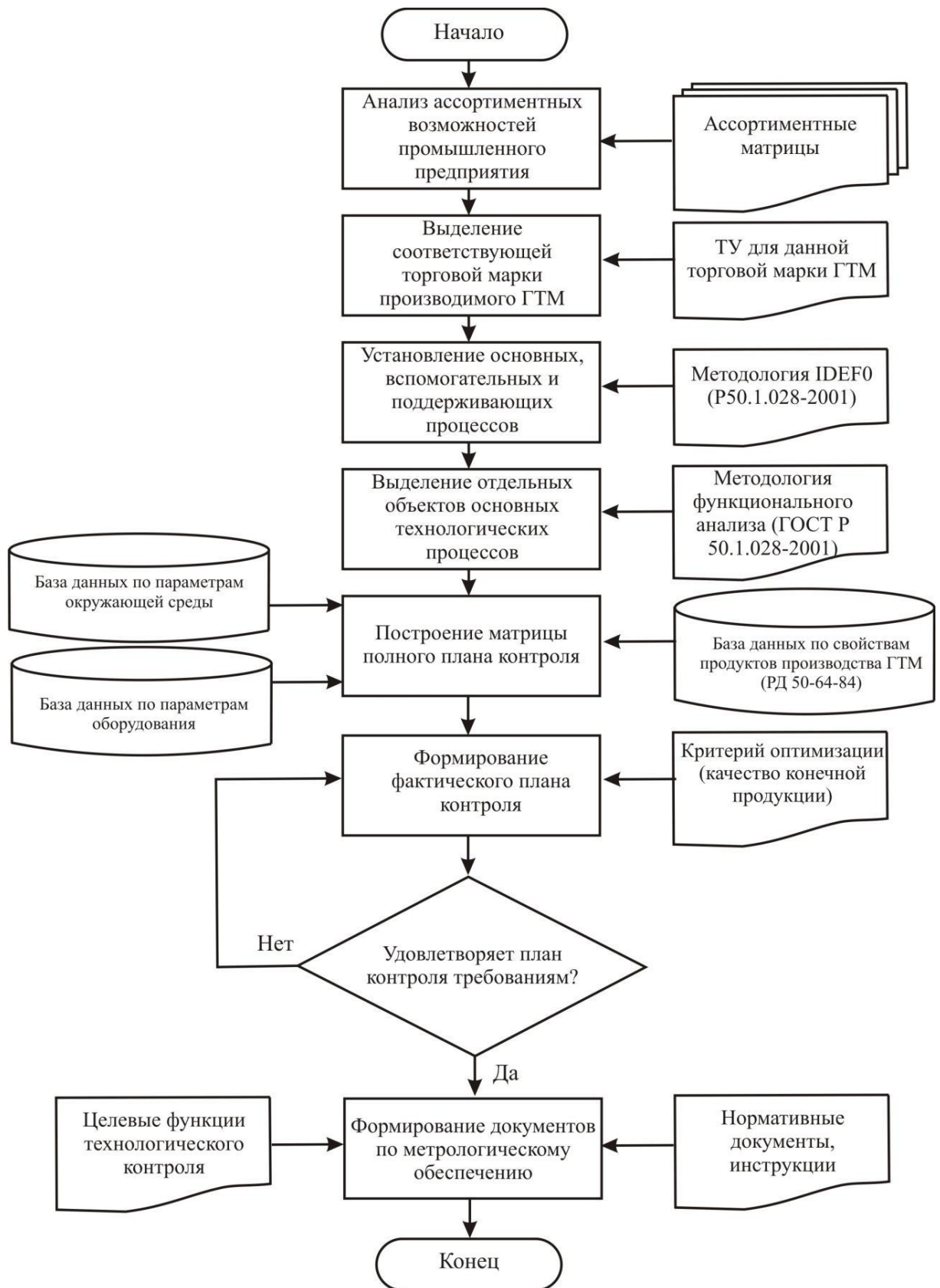


Рис. 5.1 – Блок-схема алгоритма фактического плана технологического контроля

- применение новых методов и средств измерений;
- использование современных информационных технологий при сборе и обработке измерительной информации;
- внедрение автоматизированной системы технологического контроля.

5.2. Формирование полного плана контроля процессов производства с соответствующей информационной поддержкой

Для построения полного плана технологического контроля первоначально формировали соответствующий алгоритм с цепочкой последовательных операций (см. рис. 5.2).

На основании алгоритма, представленного на рис. 5.1, а также последовательности формирования фактического плана, приведенного в разделе 5.1, на первом этапе с применением методологии IDEF0 [44] осуществляли выделение основных и вспомогательных процессов при производстве нетканых геотекстильных материалов.

В качестве примера выбрана технологическая цепочка промышленного предприятия ОАО «НИПРОМТЕКС» по производству геотекстильного материала, содержащая различное производственное оборудование зарубежных фирм [177] и [178], приведенных в табл. 5.1.

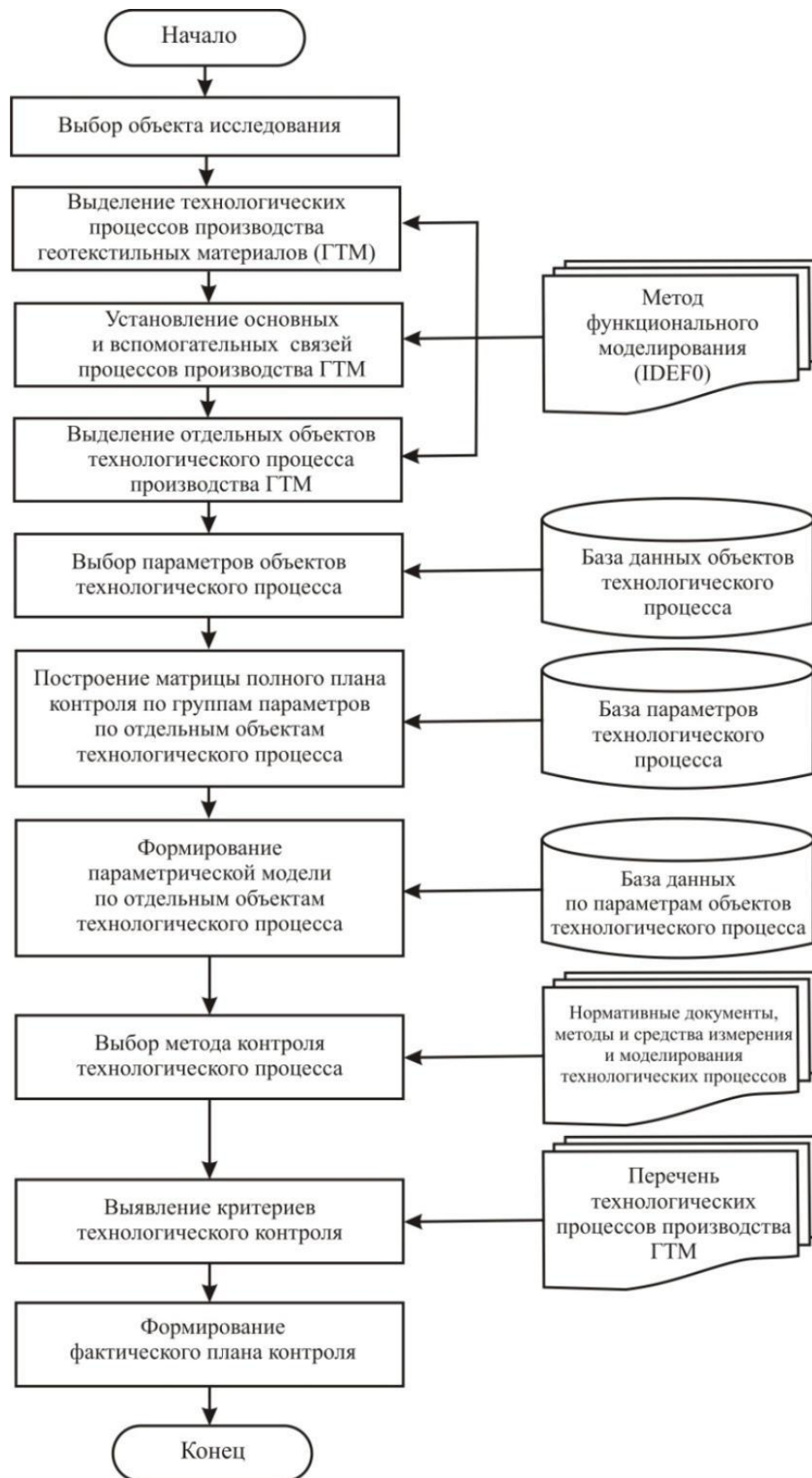







Рис. 5.2 – Блок-схема алгоритма формирования полного плана технологического контроля производства нетканых иглопробивных геотекстильных материалов




Таблица 5.1 – Процессы формирования производства нетканого иглопро-
бивного геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ»




Наименование процесса	Наименование операций, входящих в процесс	Наименование оборудования	Изображение оборудования	Характеристики оборудования
1	2	3	4	5
Контроль качества входного сырья (кипы)	Взвешивание входного сырья (кипы)	Весы оптические		Весы оптической системы, действующие по электронному принципу. Предел взвешивания: 100; 200; 500 кг.
Отправка входного сырья на производственную линию	Транспортировка входного сырья	Кипопогрузчик ВВ		Применяется для быстрой распаковки и выгрузки цельной кипы на кипоразборщик. Рабочая ширина: 1600-2000-3000-4000 мм
Кипоразрыхление входного сырья	Непрерывное взвешивание входного сырья	Взвешивающий кипоразборщик СНР		Оснащен взвешивающим поддоном на загрузочном устройстве. Система самоочистки. Машина предназначена для взвешивания волокна с высокой точностью и большой производительностью. Рабочая ширина: 1000-1600-2000 мм
		Поперечный накопительный транспортер		После очистки осуществляется накопление волокнистой массы для последующего разрыхления
Предварительное разрыхление входного сырья	Рыхление входного сырья	Грубый дозатор-рыхлитель		Для предварительного грубого разрыхления волокон. Высокоскоростной с повышенной пропускной способностью. Рабочая ширина: 1000-1500 мм

1	2	3	4	5
Замасливание волокнистой массы	Эмульсирование волокнистой массы	Камера замасливания (насос камеры)		Автоматизированная компактная система нанесения специальных жидкостей на волокна для увеличения сцепления. Оснащена дозирующим устройством
Автоматическая смеска волокнистой массы	Смеска волокнистой массы	Смешивающий бункер SM и CM		Комбинация двух смешивающих и одного саморазгружающегося бункера. Рекомендуется при частой смене сырья. Рабочая ширина: 2500-4500 мм
Тонкое рыхление волокнистой массы	Рыхление волокнистой массы	Горизонтальный тонкий разрыхлитель EXEL-2		Рекомендуется для тонкого разрыхления и качественного смешивания волокна для подготовки к кардочесанию. Рабочая ширина: 1000-1500-2500 мм
Кардочесание волокнистой массы	Подача волокнистой массы на кардочесальную машину	Электронный бункерный питатель		Обеспечивает бесперебойную подачу волокнистой массы на кардочесальную машину
	Непрерывное взвешивание входящей и выходящей волокнистой массы	Башенный питатель		Осуществляет взвешивание входящей и выходящей волокнистой массы
	Распрямление и ориентация волокон массы для получения волокнистого прочеса	Чесальная машина серии FLC2D2	Чесальная машина серии FLC2D2	

1	2	3	4	5
Формирование холста	1. Параллельна укладка волокнистых прочесов; 2. Упрочнение волокнистых прочесов стекловолоконными нитями	Поперечный холстораскладчик «Аэрлей Флексилофт»		Данная установка формирует волокнистые холсты из волокон разного вида (короткие вторичные, растительные длинные, минеральные, искусственные, синтетические, неорганические), а также из пуха, перьев и даже из неволокнистых смесей, таких как пластмассы, древесные отходы, пенопласт, и прочих дробленых материалов. Вес: от 200 до 5000 г/м ²
Скрепление волокнами структуры холста (иглопробивание)	Уплотнение прочеса: - создание механических связей в холсте; - создание дополнительных механических связей между волокнами прочесов стекловолоконными нитями	Иглопробивная машина серии Нурепанч		Обеспечивает скорость выпуска материала до 150 м/мин
		Иглопробивная машина серии DI-LOOM OD-II		Высокая частота прокалывания и большая проекционная плотность игл.
Термостабилизация структуры холста	1. Выравнивание структуры холста путем натяжения; 2. Адгезионное соединение волокон	Сушильно-ширильная машина «Bruckner»		Машина имеет термозону из 6 камер, по 3 м каждая. Водное поле с подпаркой, игольная шпанрама. Скорость движения полотна до 25 м/мин; потребляемая мощность 893 кВт; давление пара 5-6 кг/см ² ; габаритные размеры: длина 36 м, ширина - 5 м, высота 2 м; напряжение питания: 3x380V 50 Гц

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5
Термоскрепление волокон в холсте	1. Термофиксация волокон с помощью горячего воздуха; 2. Пропитка холста связующим составом (акрило-стерольный латекс); 3. Сушка нетканого материала; 4. Термообработка нетканого материала; 5. Охлаждение нетканого материала	Тепловой каландр серии FL-RZ		Рабочая ширина – 1,8; 2,2; 2,5; 3,0 м. Рабочее давление до 100 кг/см. Скорость до 120 м/мин. Температура поверхности до 260 °С.
Обрезание кромки холста	Поперечная резка нетканого материала	Продольная и поперечная резальная машина «Matias»		Максимальный диаметр рулона - 500 мм; минимальная ширина резки - 16 мм; точность резки $\pm 0,15$ мм; скорость резки - 85 м/мин; габаритные размеры – 1,65×1,3×1,7 м
Сворачивание настила в рулон	Автоматическая намотка нетканого материала	Автоматический наматыватель "SCHOTT & MEISSNER"		Оснащена специальной станцией двойной намотки и автоматическим сбрасывателем готового рулона. Обеспечивает очень быстрый переход на новый рулон без использования накопителя материала. Максимальная рабочая ширина – 5500 мм; максимальный диаметр рулона – 1500 мм; максимальная производительность – 50 м/мин

1	2	3	4	5
	Продольная резка нетканого материала	Продольная и поперечная резальная машина «Matias»		Максимальный диаметр рулона - 500 мм; минимальная ширина резки - 16 мм; точность резки, ±0,15 мм; скорость резки - 85 м/мин; габаритные размеры – 1,65×1,3×1,7 м
Контроль качества готовой продукции	Проверка на соответствие ТУ	-	-	-
	Выявление брака	Браковочная машина		Обеспечивает перематку рулонов материалов цилиндрической формы диаметром до 400 мм, массой рулона до 60 кг, и шириной до: 1800/2000/2500/ /3200/3500 мм
	Контрольное взвешивание	Весы оптические		Весы оптической системы, действующие по электронному принципу. Предел взвешивания: 100, 200, 500 кг
Упаковка, транспортировка, хранение, реализация	-	-	-	-

На основании [44] первоначально необходимо построить диаграмму (А-0), которая отражает основную цель предприятия «производство конкурентоспособных геотекстильных материалов» и соответствующие потоковые связи (см. рис. 5.3).

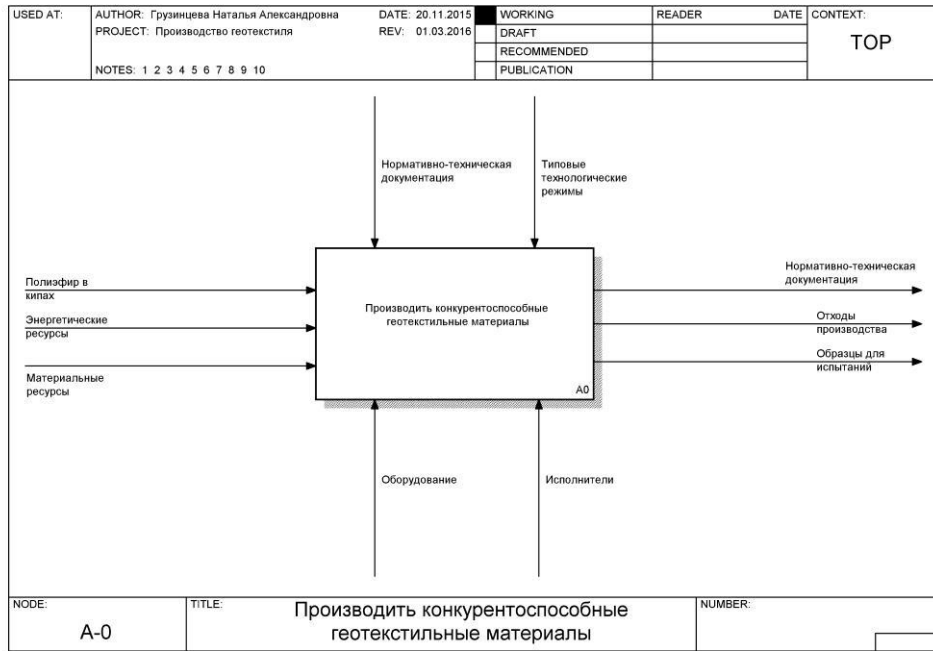


Рис. 5.3 – Диаграмма А-0 «Основная цель производственного процесса»

В дальнейшем диаграмму А-0 декомпозировали в контекстную диаграмму, которая показана на рис. 5.4 с выделением основных процессов и связей между ними.

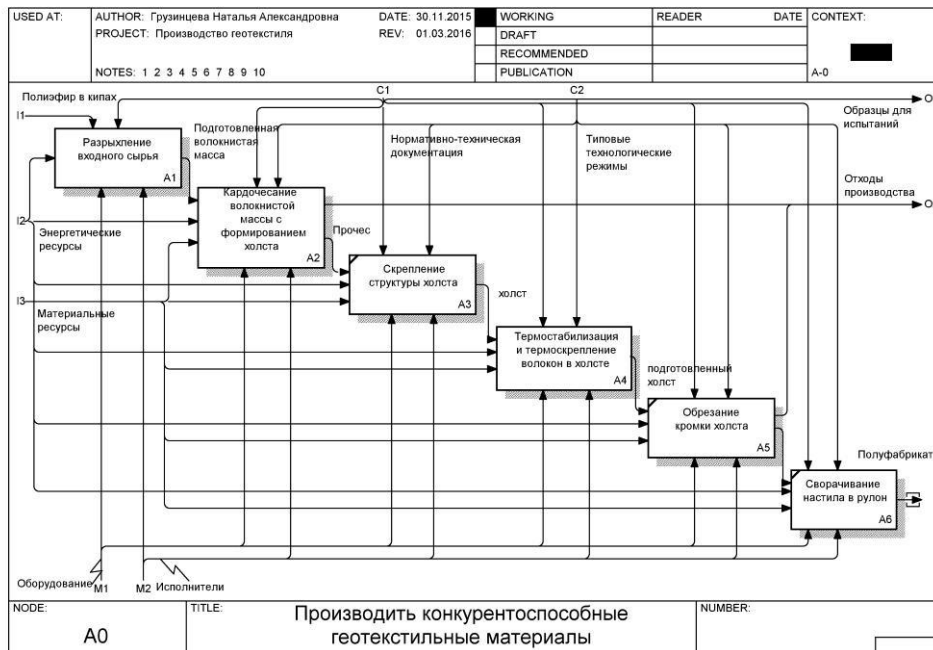


Рис. 5.4 – Диаграмма А0 «Технологические процессы производства ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ»

На следующем этапе исследования диаграмму, представленную на рис. 5.4, трансформировали в дочерние диаграммы, т.е. в каждом технологическом процессе выделили совокупность технологических операций [179].

В качестве примера приведем технологический процесс «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» (см. рис. 5.5).

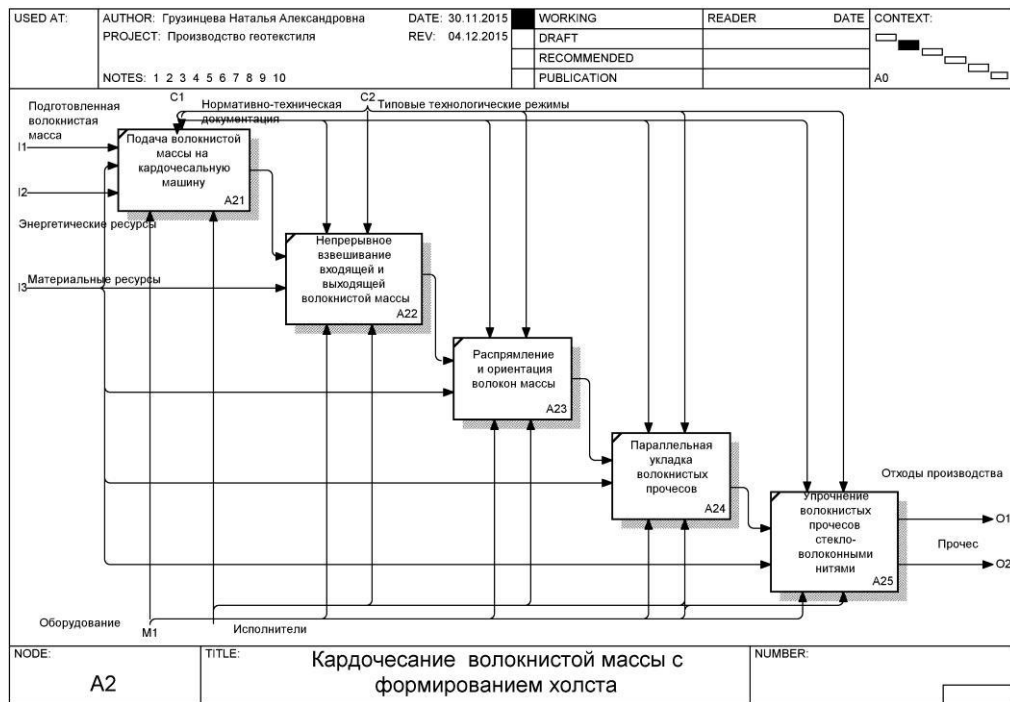


Рис. 5.5 – Диаграмма A2 «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста»

Диаграмма A2 на рис. 5.5 позволяет проследить этап производственного цикла изготовления холста. Полиэфирное сырье в кипах поступает на предприятие ОАО «НИПРОМТЕКС» и пройдя несколько подготовительных этапов (взвешивание, кипоразрыхление, предварительное разрыхление, замасливание, автоматическая смеска и тонкое рыхление), переходит в виде подготовленной волокнистой массы (входной сырьевой поток I1) на следующий производственный цикл. Для получения холста разрыхленная волокнистая масса проходит через производственную линию – механизм M1, где она первоначально подается на чесальную машину – блок A21 «Поддача волокнистой массы на кардочесальную машину», затем производится непрерывное взвешивание входящей и выходящей во-

локнистой массы (блок А22), осуществляется распрямление и ориентация волокнистой массы для получения волокнистого прочеса (блок А23), далее производится параллельная укладка волокнистых прочесов (блок А24), которые потом упрочняются стекловолоконными нитями (блок А25). Производственная линия процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» включает в себя: электронный бункерный питатель, башенный питатель, чесальную машину серии FLC2D2 и поперечный холстораскладчик «Аэрлей Флексилофт» фирмы «Laroche».

В соответствии с диаграммой А2 к граничным входным потокам также относятся энергетические ресурсы (электроэнергия) I2 и материальные ресурсы I3.

В результате выполнения операций по кардочесанию волокнистой массы получается волокнистый прочес, который в дальнейшем формируется в холст. Полученный полуфабрикат (прочес) поступает в испытательную лабораторию промышленного предприятия О2, либо контролируется в режиме реального времени с помощью средств цеха контрольно-измерительных приборов и автоматики. Кроме полуфабрикатов на каждом этапе возникают отходы производства О1, которые могут быть возвратными и невозвратными. Отходы, являясь граничным выходным потоком, предаются для контроля содержащихся в них компонентов с целью установления результативности процессов, протекающих на кардочесальной машине и поперечном холстораскладчике. Возвратные отходы передаются на предыдущий этап производства – формирование волокнистой массы для очистки и смешивания [53].

Кроме этого, на диаграмме указаны исполнители М2, отвечающие за результаты каждой операции. Ответственность за результат всего технологического этапа «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» несет руководитель производства, он же контролирует деятельность по регистрации, идентификации результатов и их прослеживаемости.

На данном уровне декомпозиции все технологические операции, выполняемые операторами оборудования, а также все действия низшего уровня управленческого состава (мастера) жестко регламентируются посредством нормативно-

технической документации (рабочие и должностные инструкции) С1, которые принято называть управляющими воздействиями. Производственный процесс изготовления нетканого иглопробивного геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ» осуществляется строго в соответствии с типовыми технологическими режимами С2.

Конечным результатом рассматриваемого процесса является готовый прочес (О2), который в дальнейшем проходит этапы: скрепление волокнами структуры холста (иглопробивание), термостабилизацию структуры холста, термоскрепление волокон в холсте, обрезание кромки холста, сворачивание настила в рулон, контроль качества готовой продукции, упаковка, транспортировка на склад, хранению и реализации в течение требуемого периода времени.

Для определения структуры технологической операции (технологического процесса) воспользуемся методическими рекомендациями работы [61].

В частности, выделим из технологической операции (процесса) как потоковой системы отдельные объекты: техническое средство (ТС), и различные потоки: сырьевой поток (СП); энергетический поток (ЭП); информационный поток (ИП), а также выделяем в качестве отдельного объекта окружающую среду (ОС). Кроме этого сырьевой поток при производстве геотекстильного материала подразделяем на входной $(СП)_{вх}$ и выходной $(СП)_{вых}$ потоки. Структурная взаимосвязь отдельных объектов технологической операции (процесса) показана на рис. 5.6.

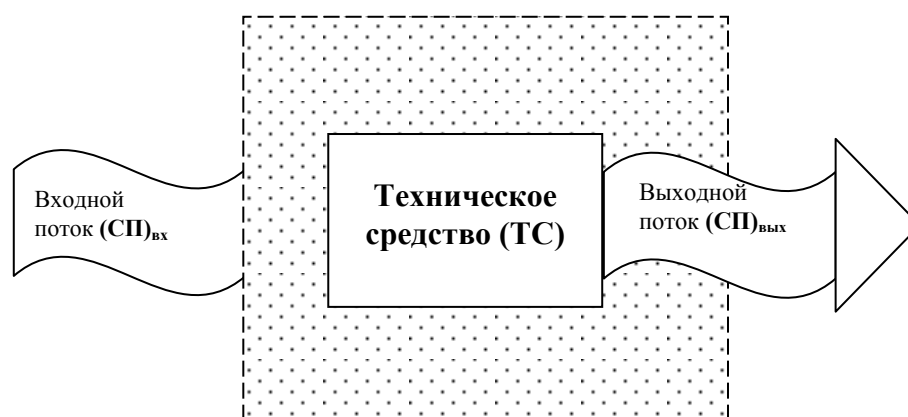


Рис. 5.6 – Структурная взаимосвязь объектов технологической операции (процесса)

Для формирования записи структуры технологической операции (процесса) можно воспользоваться следующими обозначениями: $(СП)_{вх} \rightarrow TC \rightarrow (СП)_{вых}$; $(ЭП)_{вх} \rightarrow TC \rightarrow (ЭП)_{вых}$; $(ИП)_{вх} \rightarrow TC \rightarrow (ИП)_{вых}$. В данном варианте стрелка показывает направление движения потока (от входа процесса к его выходу).

На следующем этапе формировали матрицу (таблицу) полного плана контроля, состоящую из групп параметров по отдельным объектам технологических процессов, а именно в форме матрицы размером $[A] = (a_{ij})_{nk}$ или в развернутом виде:

$$[A] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nk} \end{pmatrix} \quad (5.1)$$

В дальнейшем по каждому отдельному объекту вводим следующие обозначения по форме табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Кодированное обозначение групп параметров

Наименование отдельного объекта	Обозначение свернутой группы параметров	Обозначение развернутой группы параметров
$(СП)_{вх}$	$\bar{X}_{вх}$	$(X_{вх})_1, (X_{вх})_2, \dots, (X_{вх})_i, \dots, (X_{вх})_n$
$(СП)_{вых}$	$\bar{X}_{вых}$	$(X_{вых})_1, (X_{вых})_2, \dots, (X_{вых})_i, \dots, (X_{вых})_n$
ТС	\bar{Y}	$Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_n$
ИП	\bar{I}	$I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n$
ЭП	\bar{U}	$U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n$
ОС	\bar{Z}	$Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n$

В матричной форме, согласно (5.1) параметрическая модель контролируемого технологического процесса будет иметь вид

$$[A] = \begin{pmatrix} (X_{вх})_1 & (X_{вых})_1 & Y_1 & I_1 & U_1 & Z_1 & R_1 \\ (X_{вх})_2 & (X_{вых})_2 & Y_2 & I_2 & U_2 & Z_2 & R_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ (X_{вх})_k & (X_{вых})_k & Y_k & I_k & U_k & Z_k & R_k \end{pmatrix}. \quad (5.2)$$

С учетом имеющихся технологических процессов выражение (5.2) представим в кодированном виде в табличной форме (см. табл. 5.3).

Таблица 5.3 - Матрица групп параметров технологических процессов производства нетканых иглопробивных геотекстильных материалов

Технологический процесс	Обозначение группы параметров по отдельным объектам					
	(СП) _{ВХ}	(СП) _{ВЫХ}	ТС	ИП	ЭП	ОС
Разрыхление входного сырья	(X _{ВХ}) ₁	(X _{ВЫХ}) ₁	Y ₁	I ₁	U ₁	Z ₁
Кардочесание волокнистой массы с формированием холста	(X _{ВХ}) ₂	(X _{ВЫХ}) ₂	Y ₂	I ₂	U ₂	Z ₂
Скрепление структуры холста	(X _{ВХ}) ₃	(X _{ВЫХ}) ₃	Y ₃	I ₃	U ₃	Z ₃
Термостабилизация и термоскрепление волокон в холсте	(X _{ВХ}) ₄	(X _{ВЫХ}) ₄	Y ₄	I ₄	U ₄	Z ₄
Обрезание кромки холста	(X _{ВХ}) ₅	(X _{ВЫХ}) ₅	Y ₅	I ₅	U ₅	Z ₅
Формирование настила в рулон	(X _{ВХ}) ₆	(X _{ВЫХ}) ₆	Y ₆	I ₆	U ₆	Z ₆

На следующем этапе выявляли все возможные параметры по каждой ячейке табл. 5.3. Например, для технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» для выходного сырьевого потока выявлены следующие показатели (физические величины) – (X_{ВЫХ})₂, которые приведены на рис. 5.7.

Ячейка группы параметров (СП) вых.

Процесс: Кардочесание волокнистой массы и формирование холста

Количество показателей: 5

Заполните появившиеся поля

Наименование показателя, единица измерения	Метод контроля	Базовые значения
Поверхностная плотность, г/м ²	ГОСТ 50277	350 ± 3,5
Толщина холста, мм	ГОСТ 50276	2,7 ± 0,5
Средняя длина волокон, мм	СТО	77 ± 2
Коэффициент вариации по поверхностной плотности, %	СТО	не более 7
Угол ориентации волокна в холсте, град.	СТО	17 ± 2

Сохранить таблицу Закрыть

Рис. 5.7 – Окно компьютерной программы по выявлению показателей группы параметров (X_{ВЫХ})₂ технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста»

В последние годы (в конце XX и в начале XXI века) во многих экономически развитых странах интенсивно развивается и внедряется система менеджмента качества на основе международных стандартов ИСО серии 9000 [44]. В частности, в последней редакции стандарта [180] формулируется требование по определению результативности (эффективности) любых управленческих, производственных и других процессов. Что касается установления результативности производственных процессов, то методология их нахождения связана с особенностью самих технологических процессов. Определенный опыт в определении технологической результативности процессов текстильного производства имеется в работах ученых ФГБОУ «Ивановский государственный политехнический университет» [53], [181]. Кроме этого в стандартах ИСО предъявляются требования и по текущему мониторингу технологических процессов с целью повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Таким образом, при формировании полного плана контроля необходимо обозначить все возможные требования и определить критерии технологического контроля производственных процессов. В табл. 5.4 на основании рекомендаций различных нормативных документов сформированы возможные направления контроля технологических процессов [182].

Таблица 5.4 – Направления контроля технологических процессов производства геотекстильных материалов

Свойства (критерии) мониторинга	Группа параметров технологического процесса	Свойства продукта		Параметры технического средства (оборудования)	Технологические режимы	Параметры окружающей среды	Квалификация обслуживающего персонала
		входного	выходного				
1		2	3	4	5	6	7
Безопасность							X
Диагностирование (техническое)				X			
Качество		X	X				
Надежность				X			
Производительность				X			X

1	2	3	4	5	6	7
Результативность		X				
Стабильность	X	X	X	X	X	
Точность		X	X	X		
Экологичность					X	
Эффективность	X	X				

Развернем отдельные выделенные в табл. 5.4 направления в соответствующие критерии контроля, которые приведены в табл. 5.5 [51].

Таблица 5.5 – Основные целевые функции операций технологического контроля

Операция технологического контроля	Целевая функция	Условия осуществления
1	2	3
Измерение параметров по группе: - сырьевого потока (\bar{X}) _{вх} ; (\bar{X}) _{вых} - технических средств (\bar{Y}) - информационного потока (\bar{I}) - энергетического потока (\bar{U}) - окружающей среды (\bar{Z})	$X_i = N[X_i]$ $Y_i = N[Y_i]$ $I_i = N[I_i]$ $U_i = N[U_i]$ $Z_i = N[Z_i]$	N – результат измерения; [X], [Y], [I], [U], [Z], - единицы измерения параметров
Контроль отдельных (X_i) параметров	$\pm \Delta X_i = X_i - \ X_i\ $	$\ X_i\ $ - нормативное (базовое) значение X_i
Определение оптимальных значений параметров оборудования	$Y_i = \varphi(X_1, \dots, X_i, \dots, X_n) \rightarrow \min(\max)$ при $X_i = (X_{onm})$	Y_i – показатель геотекстильного материала
Оценка технического состояния оборудования	$\Delta X_i \leq \ \Delta \bar{X}_i\ $, $(\Delta X_i) \ \Delta \bar{X}_i\ $, узел работоспособен (неработоспособен)	$\ \Delta \bar{X}_i\ $ - среднее значение X_i

1	2	3
Определение технологической результативности процесса	$TP = \sum_{i=1}^n [(X_{ax})_i / \ (X_{вых})_i\]^{sgnb} \cdot \alpha_i$	$sgnb = \begin{cases} 0 \text{ при } (X_{вых})_i = \ (X_{вых})_i\ ; \\ +1 \text{ при } (X_{вых})_i < \ (X_{вых})_i\ ; \\ -1 \text{ при } (X_{вых})_i > \ (X_{вых})_i\ ; \end{cases}$ <p>α_i – коэффициент весомости i-го показателя</p>
Оценка качества готовой продукции (выявление дефектов внешнего вида)	$Y_j \rightarrow (Y_j)_{min} \rightarrow 0$	

Для нахождения технологической результативности в разделе 5.3 предложена соответствующая методика её определения.

5.3. Построение методики по определению результативности отдельного технологического процесса

В соответствии с алгоритмом построения фактического плана контроля, представленного в разделе 5.1, дополнительным этапом на основании требований международного стандарта [44] является определение результативности каждого технологического процесса.

Для разработки методики по нахождению результативности первоначально сформируем общий алгоритм определения результативности любого технологического процесса, который сводится к последовательному выполнению операций, основанных на методах квалиметрии, а именно: выбору, ранжированию (определению коэффициентов весомости), измерению фактических значений и нормированию единичных показателей (результативности), а также свертыванию их в комплексный показатель технологической результативности (рис. 5.8).

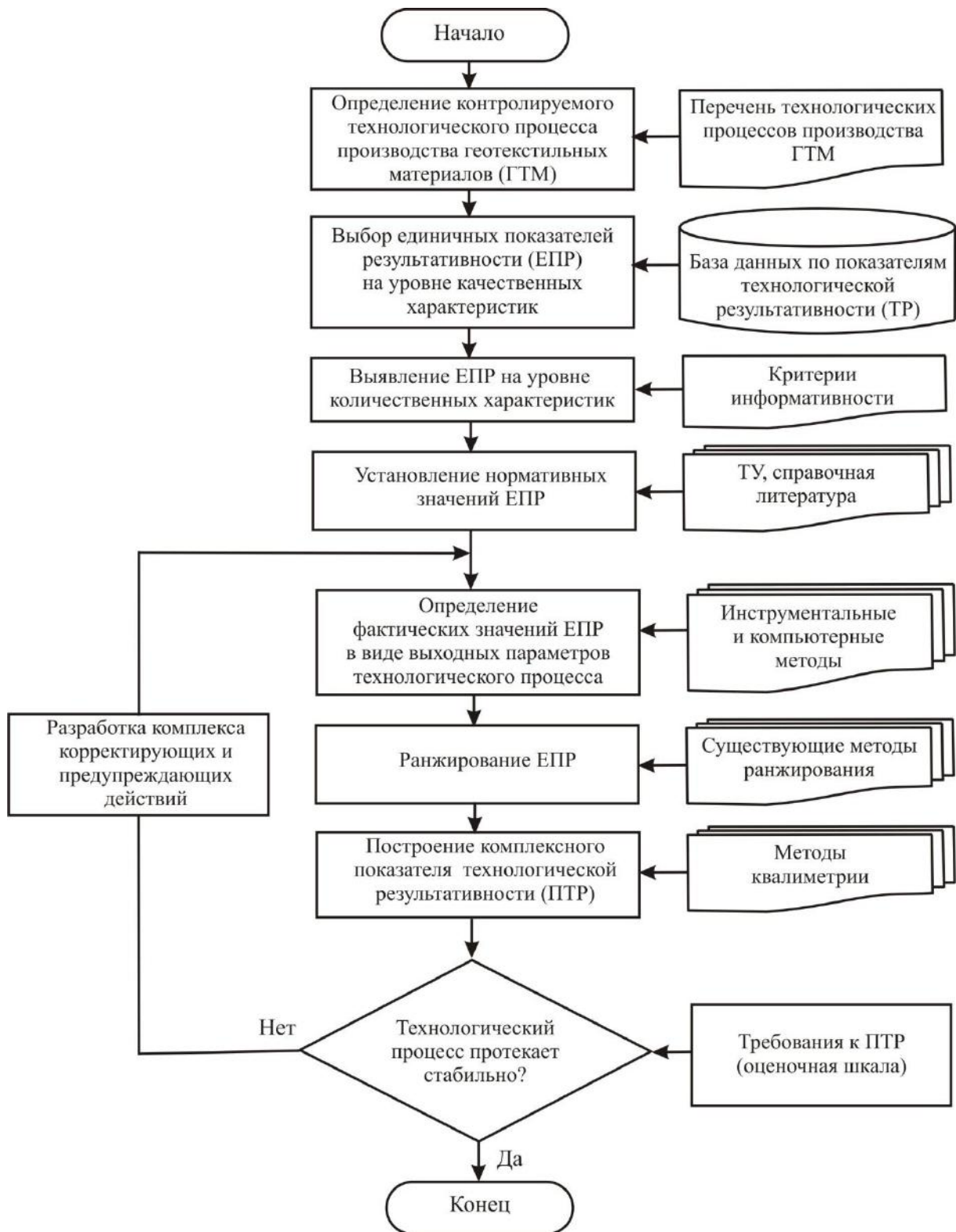


Рис. 5.8 – Блок-схема алгоритма определения результативности технологического процесса

Согласно представленному алгоритму комплексный показатель технологической результативности определяется (ПТР) по формуле [183]:

$$ПТР = \sum_{i=1}^n ((X_{\text{факт}})_i / \|(X_{\text{норм}})_i\|)^{\text{sgnb}} \cdot \alpha_i, \quad (5.3)$$

где $(X_{\text{факт}})_i, \|(X_{\text{норм}})_i\|$ - фактическое и нормативное (базовое) значение i -го единичного показателя технологической результативности;

$$\text{sgnb} = \begin{cases} +1, & \text{если } (X_{\text{факт}})_i \leq \|(X_{\text{норм}})_i\|; \\ -1, & \text{если } (X_{\text{факт}})_i > \|(X_{\text{норм}})_i\|; \\ 0, & \text{если } (X_{\text{факт}})_i = \|(X_{\text{норм}})_i\|; \end{cases}$$

α_i - коэффициент весомости i -го единичного показателя результативности.

На следующем этапе при решении задачи построения комплексного показателя технологической результативности перейдем к выявлению единичных показателей результативности (ЕПР) на уровне количественных характеристик. В качестве единичных показателей применительно к процессу «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» выбрали следующие:

- поверхностная плотность, г/м²;
- толщина холста, мм;
- средняя длина волокон, мм;
- коэффициент вариации по поверхностной плотности, %;
- угол ориентации волокна в холсте, град.

На этапе нормирования в качестве базовых выбраны наилучшие значения количественных показателей по результатам испытаний, которые приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6 - Значения единичных показателей технологической результативности процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста»

Единичный показатель технологической результативности и единица измерения	Значение		Коэффициент весомости, α_i
	фактическое, $(X_{\text{вых}})_i$	нормативное $(\ X_{\text{вых}}\)_i$	
Поверхностная плотность $(X_{\text{вых}})_1$, г/м ²	349	350	0,20
Толщина холста $(X_{\text{вых}})_2$, мм	2,6	2,7	0,20
Средняя длина волокон $(X_{\text{вых}})_3$, мм	77	80	0,20
Коэффициент вариации по поверхностной плотности $(X_{\text{вых}})_4$, %	7	10	0,20
Угол ориентации волокна в холсте $(X_{\text{вых}})_5$, град.	17	20	0,20

Коэффициенты весомости α_i по отдельным показателям для данного процесса приняты равнозначными при сохранении условия $\sum_1^5 \alpha = 1$.

Используя выражение (5.3) и данные табл. 5.6, в итоге получаем:

$$ПТР = \frac{349}{350} \cdot 0,20 + \frac{2,6}{2,7} \cdot 0,20 + \frac{77}{80} \cdot 0,20 + \frac{7}{10} \cdot 0,20 + \frac{17}{20} \cdot 0,20 = 0,89, \text{ при усло-}$$

вии, что $(ПТР)_{\text{max}} = 1$.

На следующем этапе анализ результатов расчета комплексного показателя позволяет разработать шкалу порядка для оценки технологической результативности, имеющую четыре уровня градации [184]: 0,00...0,40 – «очень низкая», 0,41...0,60 – «низкая», 0,61...0,80 – «высокая», 0,81...1,00 – «очень высокая».

На заключительном этапе для каждого уровня формируется комплекс корректирующих и предупреждающих действий. Например, если результаты расчета будут соответствовать первому уровню (очень низкая результативность), то необходимо будет остановить оборудование, назначить плановый ремонт, провести усиленный контроль качества сырья и проверить технологическую документацию. Оценка второго уровня потребует усиления контроля качества сырья и прочеса по всем параметрам, диагностики оборудования и проведения анализа с использованием статистических методов. Для третьего уровня рекомендуется выявление «слабых мест» в перечне количественных показателей, а также проведение технического обслуживания оборудования и контроля качества в плановом по-

рядке. 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.

5.4. Трансформирование полного плана контроля в фактический план контроля на основе преобразований прямоугольных матриц

Сформированный и приведенный в разделе 5.2 полный план технологического контроля на практике осуществит сложно ввиду того, что промышленное предприятие не обладает набором всех необходимых методов и технических средств контроля. Кроме этого реализация данного плана потребует значительных капитальных вложений, что скажется на себестоимости выпускаемой продукции и снижения ее конкурентоспособности. По этой причине необходима оптимизация полного плана контроля в направлении уменьшения количества контролируемых параметров при условии сохранения требуемого уровня качества продукции [48].

Рассмотрим возможные варианты построения оптимального (фактического) плана контроля. Первый вариант связан с формированием комплексного показателя качества выходного сырьевого потока (продукта) по каждому технологическому процессу. По существу комплексный показатель качества сформированного конкретным технологическим процессом продукта соответствует его показателю технологической результативности, методика построения которого показана в разделе 5.3. Если установить в качестве критерия оптимизации достижения максимального уровня качества (технологической результативности), то уравнение оптимизации можно представить в виде:

$$ПТР = \varphi(\mathbf{X}_{\text{вх}}, \mathbf{Y}, \mathbf{I}, \mathbf{Z}, \mathbf{U}) \rightarrow \max, \quad (5.4)$$

$$\text{при } \mathbf{X}_{\text{вх}} = \|\mathbf{X}_{\text{вх}}\|, \mathbf{Y} = \|\mathbf{Y}\|, \mathbf{I} = \|\mathbf{I}\|, \mathbf{U} = \|\mathbf{U}\|, \mathbf{Z} = \|\mathbf{Z}\|,$$

где $\mathbf{X}_{\text{вх}}, \|\mathbf{X}_{\text{вх}}\|$ - соответственно показатели качества и их нормативные значения входного продукта;

$\mathbf{Y}, \|\mathbf{Y}\|$ - соответственно показатели и их нормативные значения технологического оборудования;

$\mathbf{I}, \|\mathbf{I}\|$ - соответственно показатели и их нормативные значения информационного потока;

$\mathbf{U}, \|\mathbf{U}\|$ - соответственно показатели и их нормативные значения энергетического потока;

$\mathbf{Z}, \|\mathbf{Z}\|$ - соответственно показатели и их нормативные значения окружающей среды.

Взаимосвязь групп параметров оптимизации $\mathbf{X}_{\text{вх}}, \mathbf{Y}, \mathbf{I}, \mathbf{U}$ и \mathbf{Z} с ПТР будет осуществляться по разному в соответствии со значениями тесноты статистической связи между ними. Таким образом, для формирования оптимального (фактического) плана можно установить соответствующий пороговый критерий, отражающий необходимый уровень корреляционной связи, например в виде:

$$\left. \begin{array}{l} \Gamma_{\text{ПТР}, \mathbf{X}_{\text{вх}}} \\ \Gamma_{\text{ПТР}, \mathbf{Y}} \\ \Gamma_{\text{ПТР}, \mathbf{I}} \\ \Gamma_{\text{ПТР}, \mathbf{U}} \\ \Gamma_{\text{ПТР}, \mathbf{Z}} \end{array} \right\} \geq \pm 0,5, \quad (5.5)$$

при условии, что $\Gamma_{\min} = 0$; $\Gamma_{\max} = \pm 1$.

Значения для коэффициента корреляции (r) находится в соответствии с выражением [185]

$$r_{\text{ПТР}, \mathbf{Y}} = \frac{\sum_{j=1}^m (\text{ПТР}_j - \overline{\text{ПТР}})(Y_j - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (\text{ПТР}_j - \overline{\text{ПТР}})^2 \sum_{j=1}^m (Y_j - \bar{Y})^2}}, \quad (5.6)$$

где $\text{ПТР}_j, \overline{\text{ПТР}}$ - соответственно j -е и среднее значение показателя технологической результативности;

Y_j, \bar{Y} - соответственно j -е и среднее значение параметра Y .

Для реализации данного алгоритма построения фактического плана контроля необходимо проведение большого числа экспериментальных исследований, где при варьировании значений по отдельным параметрам соответствующих групп необходимо получить значения ПТР. Реализовать данный подход при формировании фактического плана контроля за короткий промежуток времени сложно и данная позитивная информация должна накапливаться за сравнительно длительный промежуток времени без обновления выпускаемого ассортимента продукции.

Другой путь формирования фактического плана контроля состоит в уменьшении числа контролируемых параметров по каждой группе на основании, например, экспертного опроса. То есть условие формирования фактического плана контроля с учетом (5.5) можно представить в виде:

$$\left. \begin{array}{l} n X_i < (n - k)X_i; k \neq 0; \\ m Y_j < (m - l)Y_j; l \neq 0; \\ r I_e < (r - t)I_e; t \neq 0; \\ p U_b < (p - q)U_b; q \neq 0; \\ c Z_f < (c - v)Z_f; v \neq 0 \end{array} \right\}. \quad (5.7)$$

В качестве примера приведем вариант построения фактического плана контроля для технологического процесса «Термоскрепление волокон в хосте». В табл. 5.7 представлен полный план контроля данного процесса.

Таблица 5.7 – Полный план контроля технологического процесса «Термоскрепление волокон в хосте»

Наименование показателя, ед. измерения	Метод контроля	Периодичность контроля
1	2	3
Поверхностная плотность, г/м ²	ГОСТ Р 50277-92 [73]	1 раз в день
Ширина, см	ГОСТ 3811-72 [74]	1 раз в день
Толщина при давлении 2,0 кПа, мм	ГОСТ Р 50276-92 [75]	1 раз в день
Прочность при растяжении, кН/м: - по длине - по ширине	ГОСТ Р 53226-2008 [76]; ОДМ 218.5.006-2010 [77]	1 раз в неделю

1	2	3
Относительное удлинение при разрыве, % - по длине - по ширине	ГОСТ Р 53226-2008 [76] ОДМ 218.5.006-2010 [77]	1 раз в неделю
Условный модуль деформации, кН/м	ОДМ 218.5.003-2010 [86]	1 раз в неделю
Показатель ударной прочности, мм	ОДМ 218.5.006-2010 [77]	1 раз в неделю
Характеристика пор, мм	ГОСТ Р 53238-2008 [78]	1 раз в неделю
Коэффициент фильтрации при нагрузке 2 кПа, м/сут	ГОСТ Р 52608-2006 [79]	Каждую партию
Показатель устойчивости к воздействию ультрафиолетового излучения, %	ОДМ 218.5.006-2010 [77]	Каждую партию
Показатель стойкости к воздействию агрессивных сред, %	ОДМ 218.5.006-2010 [77]	Каждую партию
Характеристика по грибоустойчивости	ГОСТ 9.049-91 [186]; ОДМ 218.5.006-2010 [77]	Каждую партию
Показатель морозостойкости, %	ОДМ 218.5.006-2010 [77]	
Гибкость при отрицательных температурах	ОДМ 218.5.006-2010 [77]	

Для выявления наиболее значимых показателей, входящих в полный план технологического процесса «Термоскрепление волокон в хосте» воспользовались экспертным методом оценки. Обработка экспертного опроса осуществлялась с использованием компьютерной программы [121], результаты которого представлены на рис. 5.9.

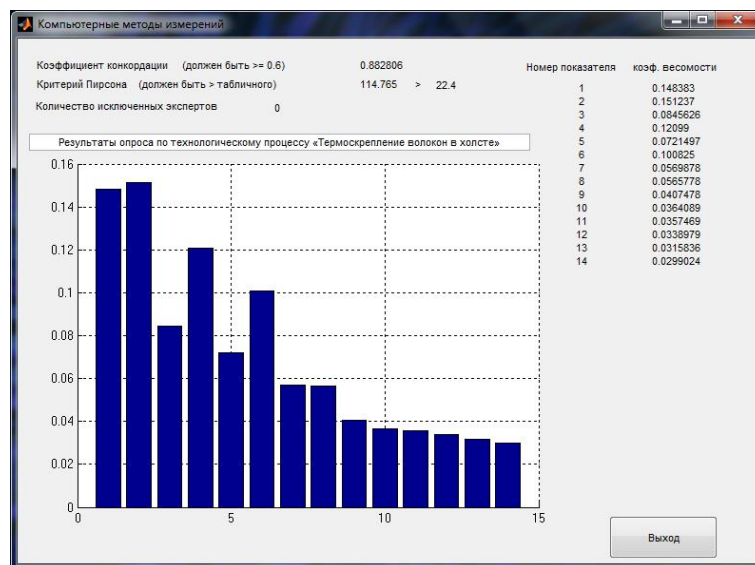


Рис. 5.9 - Результаты экспертного опроса специалистов в оценке значимости показателей, входящих в полный план технологического процесса «Термоскрепление волокон в хосте»

Исходя из полученных результатов (см. рис. 5.9), можно сделать вывод, что величина коэффициента конкордации, равная 0,88, является значимой ($W \geq 0,60$), и поэтому подобранные эксперты имеют между собой хорошую согласованность.

Значения коэффициентов весомостей для показателей, входящих в полный план технологического процесса «Термоскрепление волокон в хосте»: поверхностная плотность (0,15); ширина (0,15); толщина при давлении 2,0 кПа (0,08); прочность при растяжении (0,12); относительное удлинение при разрыве (0,07); условный модуль деформации (0,1); показатель ударной прочности (0,06); характеристика пор (0,06); коэффициент фильтрации при нагрузке 2 кПа (0,04); показатель устойчивости к воздействию ультрафиолетового излучения (0,04); показатель стойкости к воздействию агрессивных сред (0,04); характеристика по грибоустойчивости (0,03); показатель морозостойкости (0,03) и гибкость при отрицательных температурах (0,03).

После экспертного опроса менее значимыми показателями качества оказались: коэффициент фильтрации; показатель устойчивости к воздействию ультрафиолетового излучения; показатель стойкости к воздействию агрессивных сред; характеристика по грибоустойчивости; показатель морозостойкости и гибкость при отрицательных температурах. Проверку качества отклоненных экспертами показателей целесообразней всего осуществлять при типовом и приемно-сдаточном контроле.

5.5. Выделение новых результатов по главе

Создание в России новых производств по выпуску геотекстильной продукции (в том числе и совместных с иностранными фирмами предприятий) предполагает внедрение современной системы технического (технологического) контроля за качеством по всей цепочке производства изготавливаемой продукции. Необходимость организации процессов контроля и мониторинга в цепочке процессов производимой продукции прописаны в соответствующих международных стандартах [44]. В частности, сформулировано требование по определению результативности

и эффективности процессов. Как показано в разделе 1.4, научно-методическому развитию методологии технологического контроля практически не уделялось внимание. В решении данной проблемы акцент делался только на входном и выходном контроле качества продукции. По этой причине возникла необходимость формирования новой методологии технологического контроля по всей цепочке производственных процессов. С учетом выделенной и не решенной проблемы в организации технологического контроля по данной главе получены следующие новые результаты:

1. Сформирован обобщенный алгоритм формирования фактического плана технологического контроля, ключевыми операциями которого являются построение полного плана технологического контроля, предусматривающего выделение максимально возможного количества параметров по каждому основному и вспомогательному процессам производства нетканых геотекстильных материалов, и формирование оптимального (фактического) плана контроля при соблюдении условия, связанного с достижением требуемого уровня качества производимой продукции.

2. Выявлены и уточнены критерии мониторинга (контроля) процессов производства геотекстильных материалов, связанные с операциями измерения, контроля и оптимизации параметров, оценки технического состояния оборудования.

3. Разработана методика формирования полного плана технологического контроля с применением методологии IDEF0 для выделения основных и вспомогательных процессов производства нетканых геотекстильных материалов, проведения анализа взаимосвязи основных потоков (сырьевых, энергетически и информационных) производства, формирования параметрической модели выделенных процессов. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении № 18343 от 22.05.2012 г. [187].

4. Предложен аналитический (критериальный) и экспертный вариант трансформирования полного фактического плана контроля с учётом выдвинутого условия по достижению требуемого уровня качества производимой продукции.

5. Разработана методика для определения результативности технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста», которая сводится к последовательному выполнению операций по выбору единичных показателей результативности (ЕПР) на уровне количественных характеристик, ранжированию, нормированию и нахождению фактических значений ЕПР, свертыванию ЕПР в обобщенный (комплексный) показатель технологической результативности.

**ГЛАВА 6. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ
И НОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**6.1. Определение номенклатуры показателей качества
нетканых геотекстильных материалов строительного назначения**

При проектировании и контроле качества потребительской продукции основным этапом является определение номенклатуры определяющих показателей качества. Формирование номенклатуры показателей качества является необходимым условием при создании ТУ на производимую продукцию [69]. Основным нормативным документом методического плана при разработке номенклатуры показателей качества различных видов однородной продукции являются рекомендации [38]. В этом документе показатели качества выделены в соответствующие группы по функциональному признаку, а именно: показатели назначения; надежности; экономного использования сырья; эргономические показатели; эстетические показатели; показатели технологичности; показатели транспортабельности; показатели стандартизации и унификации; патентно-правовые показатели; экологические показатели и показатели безопасности. Кроме этого, на отдельную потребительскую продукцию в группе ГОСТов на систему показателей качества продукции определена соответствующая номенклатура показателей. В частности, на нетканые текстильные материалы разработан ГОСТ 4.34-84 [188]. Данный стандарт сформирован на основе рекомендаций [38]. В нем выделены группы показателей назначения, надежности, эксплуатационные показатели, показатели безопасности и показатели экологичности.

Для нетканых геотекстильных материалов строительного назначения ГОСТ на номенклатуру показателей отсутствует и промышленные предприятия по выпуску данной продукции вынуждены разрабатывать в рамках СТО соответствующую

щую номенклатуру показателей качества, основываясь на отраслевых рекомендациях [87]. Анализ данных рекомендаций обуславливает общий перечень показателей качества без выделения в соответствующие группы, подразделения на свойства и приоритетности в их контроле.

С учетом приведенного выше анализа нормативных документов предлагается использовать при формировании номенклатуры показателей качества ГТМ новый подход, основанный на приоритете технологических воздействий (факторов) на объект исследования, т.е. при строительстве, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог. Алгоритм формирования номенклатуры показателей качества показан на рис. 6.1.

Реализация данного алгоритма начинается с выявления возможных эксплуатационных воздействий (факторов) на объект исследования [189], [190]. Для нетканых ГТМ, используемых для дорожного строительства, это, прежде всего, воздействие на материал радиальной нагрузки (деформация сжатия, растяжения и изгиба), поперечной вибрации, повышенной (пониженной) температуры, повышенной влажности, влияния ультрафиолетового излучения, биологических факторов и т.д. В дальнейшем используется матрица свойств по группам назначения, эксплуатационной надежности и технологичности. Что касается групп показателей безопасности и экологических показателей, то они формируются на основе рекомендаций [87]. В свою очередь, матрица свойств по группам назначения, эксплуатационной надежности, технологичности корректируется на основании матриц свойств, распределенных по группам предметной классификации (см. раздел 4.2).

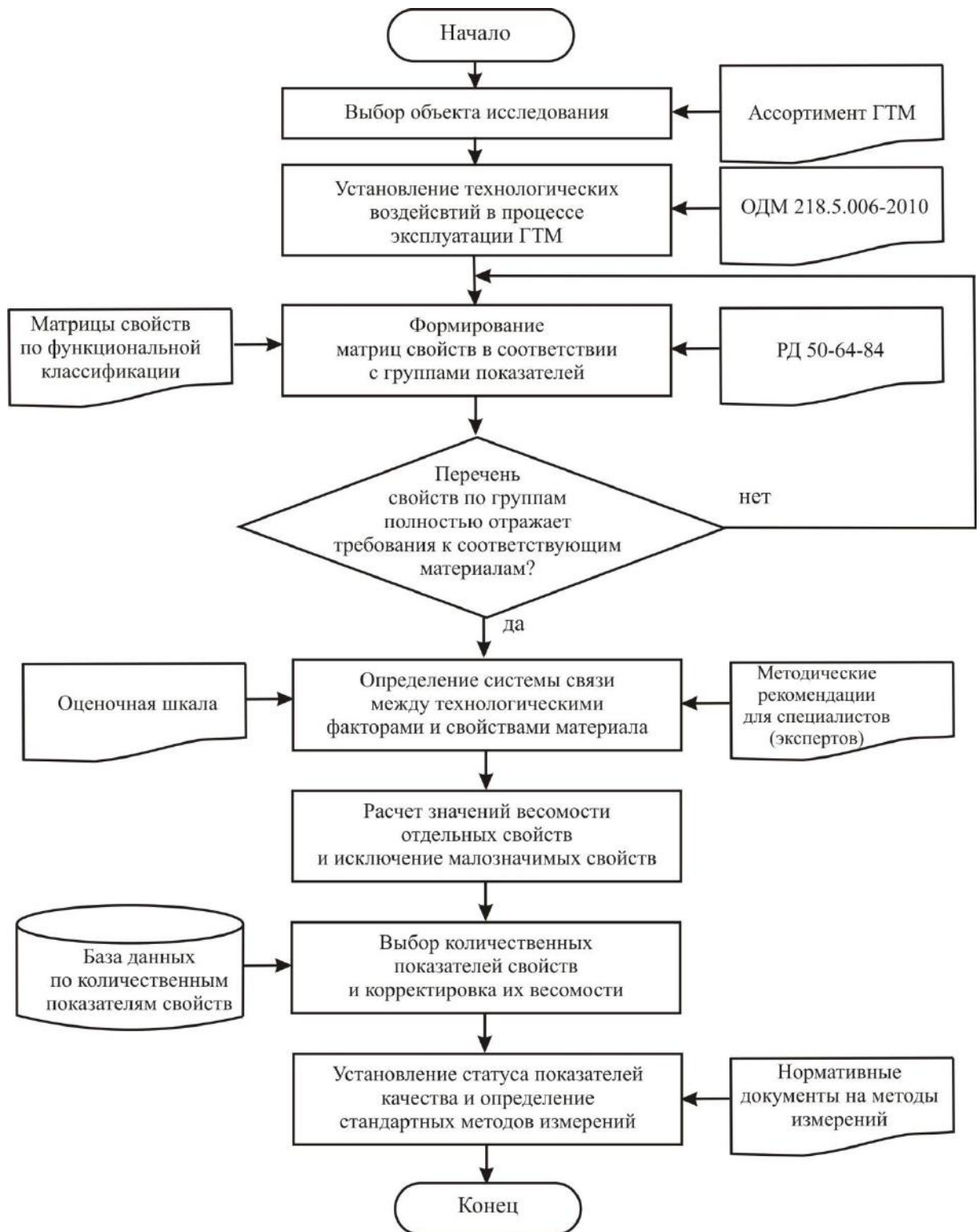


Рис. 6.1 – Блок-схема алгоритма формирования номенклатуры показателей качества для ГТМ

На следующем этапе группой специалистов (экспертов) определяется статистическая взаимосвязь между соответствующим технологическим воздействием

(фактором) и отдельным свойством матрицы в виде бальной оценки по шкале порядка, а именно: слабая взаимосвязь – 1 балл; средняя взаимосвязь – 5 баллов; сильная взаимосвязь – 9 баллов. В итоге по каждому свойству подсчитывается суммарный балл и уточняется нижний уровень отсечки для исключения малозначимых показателей качества. Оставшиеся показатели переводятся в разряд определяющих показателей качества для исследуемой продукции [191].

В дальнейшем устанавливается окончательная приоритетность показателей качества (на уровне свойства) с вычислением коэффициента весомости согласно выражения (6.1):

$$\alpha_i = \frac{S_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i^{-1}}, \quad (6.1)$$

где S_i – сумма ранговых оценок по каждому i -му свойству;

n – число исследуемых показателей.

Определение приоритетности (важности) показателей качества связано с решением проблем проектирования и оценивания качества. По сформированным свойствам устанавливаются количественные показатели из соответствующей базы данных физических величин [192].

Практическое решение проблемы формирования номенклатуры показателей качества для ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ» приведено в табл. 6.1, где подсчет приоритетности (важности) осуществляли по формуле (6.1), формирование по выбранным свойствам количественных показателей и осуществление их корректировки коэффициента весомости, также приведено в табл. 6.1. Установление статуса показателей качества по списку количественных показателей представлено в табл. 6.2.

Таблица 6.1 – Формирование номенклатуры показателей качества для ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ»

Вид технологического воздействия	Наименование свойства по группе																							
	назначения				надежности							эксплуатационные свойства							безопасности		экологичности			
	Сырьевой состав	Ширина	Толщина	Материалоемкость	Прочность при растяжении (по длине)	Прочность при растяжении (по ширине)	Удлинение (по длине)	Удлинение (по ширине)	Прочность при ударе	Жесткость	Дефектность	Водопроницаемость	Пористость	Фильтрация	Долговечность	Теплостойкость	Морозостойкость	Вывосливість	Гибкость (при отрицательной температуре)	Огнестойкость	Токсичность	Грибоустойчивость	Устойчивость к воздействию агрессивных сред	Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения
Деформация растяжения	5	5	5	9	9	9	9	9	1	1	5	5	5	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Деформация сжатия	5	1	9	9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1
Деформация изгиба	9	5	9	9	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	1	1	9	5	1	1	1	1	1	1
Поперечная вибрация	1	1	1	5	9	9	9	9	9	5	5	1	1	1	5	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Повышенная температура	5	1	5	5	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1	9	1	1	5	9	5	5	1	1	1
Пониженная температура	5	1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	5	1	5	1	9	5	9	1	1	5	1	1	1
Повышенная влажность	5	1	5	9	9	9	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	9	5	9	5	5	1
Ультрафиолетовое излучение	9	1	1	5	9	9	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	1	1	1	1	9
Биологические факторы	5	1	1	1	9	9	5	5	5	5	9	5	5	5	1	1	1	1	1	1	9	1	5	5
Длительность эксплуатации	5	1	9	9	9	9	5	5	5	5	5	1	1	5	9	1	5	5	5	1	1	5	5	1
Сумма баллов	54	18	50	66	74	74	50	50	50	42	42	42	30	38	46	18	30	46	42	26	18	38	18	22

Таблица 6.2 – Формирование номенклатуры единичных показателей качества

Свойство	Количественные показатели свойства, ед. измерения	Выбранные показатели качества
Показатели назначения		
Сырьевой состав	Массовая доля волокон первого вида, %	+
	Массовая доля волокон второго вида, %	+
	Волокна одного вида, %	+
Ширина	Показатель ширины, см	+
Толщина	Показатель толщины, мм	+
Материалоемкость	Поверхностная плотность, г/м ²	+
Показатели надежности		
Прочность (при растяжении)	Абсолютная разрывная нагрузка, кН/м	+
	Удельная разрывная нагрузка, кН/м/м	+
	Разрывное удлинение, кН/мм ²	+
Удлинение	Абсолютное удлинение при разрыве, мм	
	Относительное удлинение при разрыве, %	+
Прочность при ударе	Показатель ударной прочности, мм	+
	Диаметр пробивного отверстия, мм	+
	Площадь пробивного отверстия, мм ²	
	Коэффициент вариации по ударной прочности, мм	+
	Стандартное отклонение, кН/м	+
Эксплуатационные показатели		
Водопроницаемость	Коэффициент фильтрации в вертикальном (перпендикулярном к плоскости) и горизонтальном к плоскости, м/сут	+
	Характеристика пор, мм	+
	Максимальный размер частиц грунта, мм	+
Теплостойкость	Показатель стойкости к тепловому старению, кН/м	+
	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	+
	Коэффициент стойкости к повышенным температурам	+
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, кН/м	+
	Коэффициент стойкости к пониженным температурам	+
Показатели безопасности		
Огнестойкость	Показатель огнестойкости, °С	+
Токсичность	Индекс токсичности, %	+
	Коэффициент химической стойкости	+
Показатели экологичности		
Грибоустойчивость	Показатель стойкости геосинтетических материалов к микроорганизмам, балл	+
Устойчивость к воздействию агрессивных сред	Показатель стойкости геосинтетических материалов к воздействию агрессивных сред, кН/м	+
Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения	Показатель устойчивости геосинтетических материалов к воздействию ультрафиолетового излучения, кН/м	+

Таким образом, относительно документа [69] в номенклатуру показателей качества рекомендовано ввести следующие показатели (X_i), имеющие соответствующую весомость (α_x), а именно: материалоемкость (поверхностная плотность, г/м²); прочность при растяжении (абсолютная разрывная нагрузка, кН/м); удлинение (относительное удлинение при разрыве, %); прочность при ударе (показатель ударной прочности, мм); водопроницаемость (коэффициент фильтрации, м/сут; характеристика пор, мм); теплостойкость (коэффициент стойкости к повышенным температурам); морозостойкость (коэффициент стойкости к пониженным температурам); токсичность (коэффициент химической стойкости).

6.2. Формирование базы данных нормативных значений показателей качества нетканых геотекстильных материалов с допустимыми отклонениями

В отличие от одноступенчатого процесса нормирования (определения базовых значений) показателей качества предлагается многоступенчатый подход, показанный в виде блок-схемы на рис. 6.2.

Методология данного подхода заключается в выборе на первом этапе определяющего показателя назначения (например, для нетканого геотекстильного материала «Поверхностная плотность») и установления ряда фиксированных нормативных значений. В случае имеющегося ряда значений по выбранному показателю осуществляется проверка корректности данных значений в соответствии со стандартом ГОСТ 8032-84 [194], позволяющим решать следующие задачи:

- переходить от стандартизации ряда значений линейных показателей к другим взаимосвязанным показателям (параметрам) качества;
- устанавливать стандартные значения и ряды стандартных значений показателей качества;
- нормировать значения исходных показателей качества продукции, условия ее существования и процессов, а также разрешенных и допускаемых их отклонений от нормативных значений.

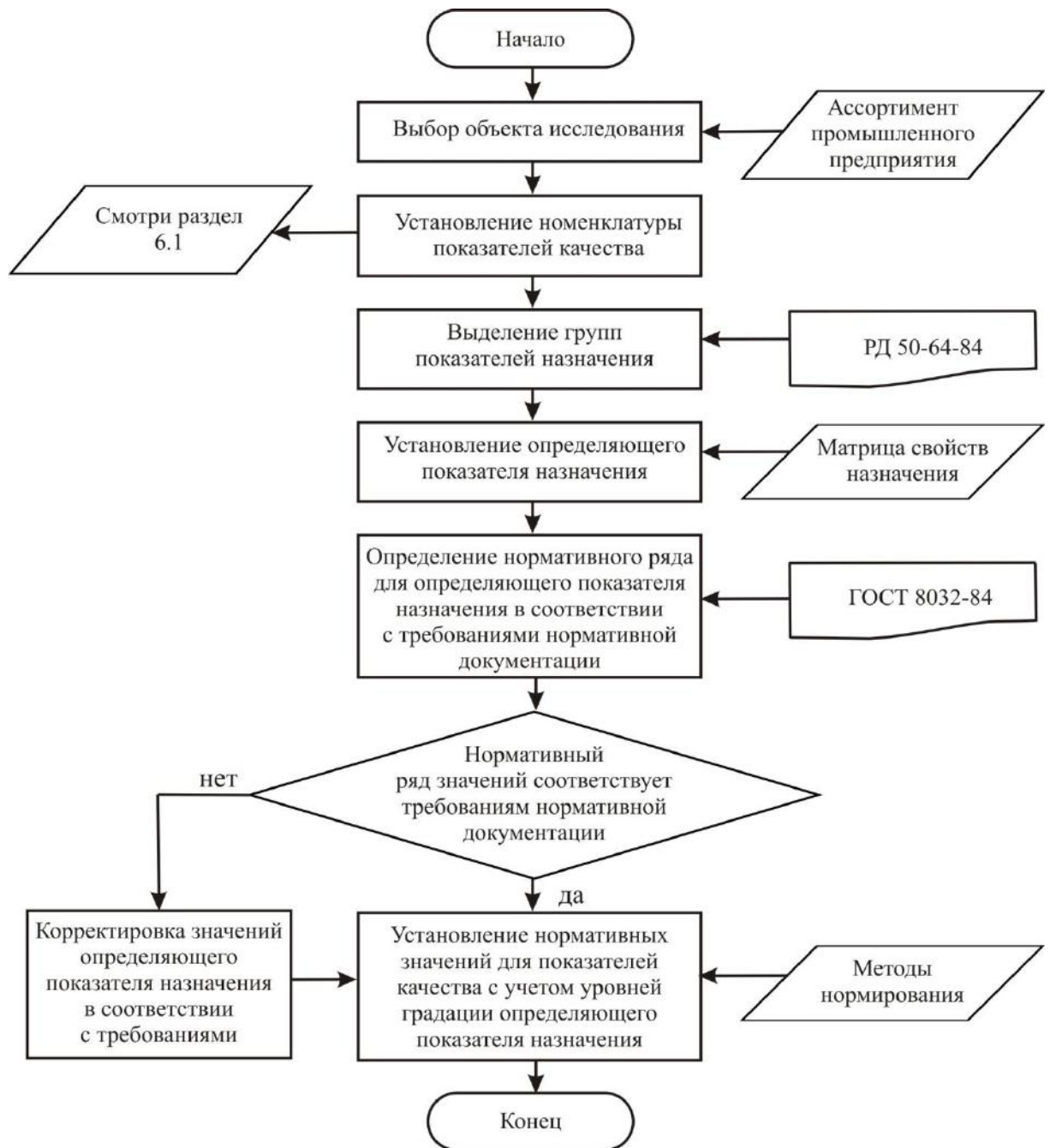


Рис. 6.2 – Блок-схема алгоритма нормирования значений показателей качества [193]

Объектом исследования являлось иглопробивное термоскрепленное полотно для строительства и ремонта автомобильных дорог торговой марки «Геоманит ДТ». Областью исследования являлась поверхностная плотность, а предметом исследования ее нормативные значения, установленные в [69].

При анализе технических условий [69] на нетканые геотекстильные материалы выявлено, что имеется качественная градация (марка) и соответствующие уровни по значениям поверхностной плотности. Например, для нетканого полотна торговой марки «Геоманит ДТ» значения по поверхностной плотности соответствуют ряду: 100, 160, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 г/м². Данный числовой ряд предложен в документе [69] без требований стандарта [193]. С учетом положений нормативного документа был проведен анализ нормативного ряда поверхностной плотности нетканого геотекстильного полотна торговой марки «Геоманит ДТ» в соответствии с требованиями [69]. График зависимости абсолютных отклонений значений по [193] и значений поверхностной плотности по [69] представлен на рис. 6.3.

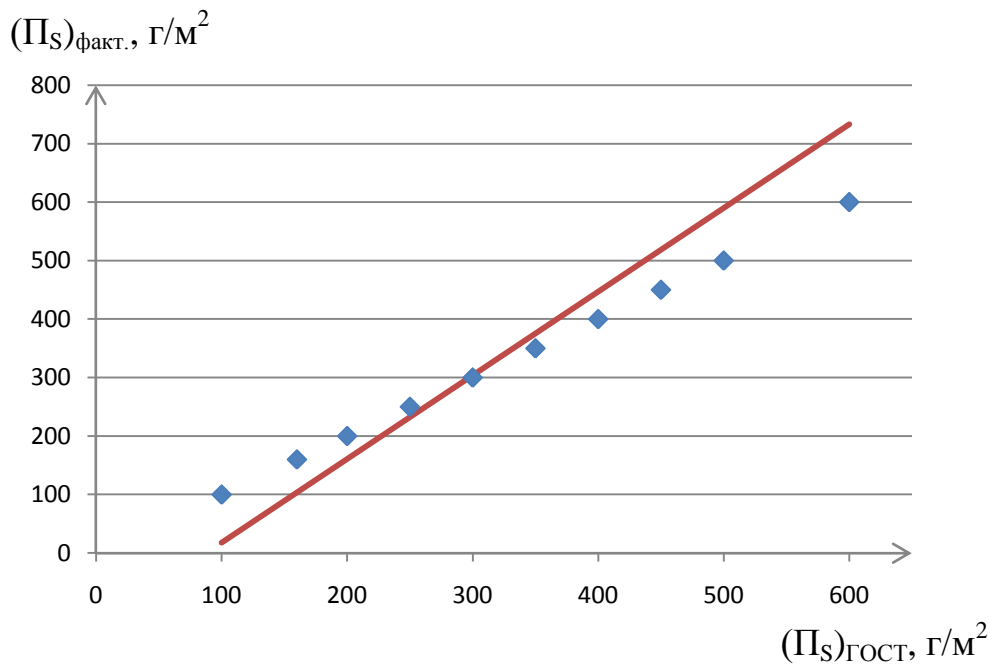


Рис. 6.3 – График, отражающий взаимосвязь значений поверхностной плотности в соответствии с требованиями нормативных документов

Линейная регрессия в виде $y = -125,05 + 1,43 \cdot x$, (где x – значение показателя согласно [69], y – отклонение показателя поверхностной плотности полотна относительно значений [193]) сформирована в соответствии с рекомендациями стандарта [193].

Полученная линейная зависимость позволяет осуществлять корректировку значений стандарта [69] в соответствии с требованиями основополагающего документа [193]. В то же время анализ графика показывает, что требования стандарта [193] существенно не нарушают концепцию установления ряда нарастающих нормативных значений по поверхностной плотности нетканого полотна торговой марки «Геоманит ДТ». Отклонения от линии регрессии наблюдаются только в верхней и нижней части графика и максимальное отклонение соответствует $\pm 90 \text{ г/м}^2$. В результате исследования получен уточненный ряд значений по поверхностной плотности [195]: 50, 100, 170, 200, 300, 350, 450, 500, 600 и 700 г/м^2 , построенный с учетом рекомендаций ГОСТ 8032-81 [193].

В качестве другого методического подхода к нормированию значений показателей качества воспользуемся методами математической статистики при условии наличия экспериментальных данных по исследуемому показателю, а именно приведем методику расчета установления нормативного значения по абсолютной разрывной нагрузке по длине пробы. Для установления нормативного значения воспользуемся методологией проверки статистической гипотезы о виде неизвестного распределения [113], включающей в себя этапы сбора статистических данных, обработки выделенных данных (построение гистограммы распределения относительных частот, вычисление выборочных характеристик, проверки гипотезы о нормальном распределении выборочной совокупности, нахождение доверительных интервалов) и получения практических выводов. Определение абсолютной разрывной нагрузки осуществляли в соответствии с нормативным документом [76]. Были проведены серии из $n = 50$ независимых испытаний. Отметим, что выборка образцов для испытаний является репрезентативной, что можно утверждать в силу закона больших чисел [113], так как каждый объект выборки отобран случайно из нескольких партий геотекстильных полотен торговой марки «Геоманит ДТ», выработанных на предприятии в течение года. Кроме того, выборка осуществлялась простым случайным бесповторным серийным отбором и в соответствии с правилами и методами, описанными в нормативном документе [197].

Результаты испытаний для абсолютной разрывной нагрузки по длине пробы приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3 - Значения абсолютной разрывной нагрузки по длине

№	Значение, кН/м	№	Значение, кН/м	№	Значение, кН/м	№	Значение, кН/м	№	Значение, кН/м
1	10,5	11	11,1	21	11,5	31	11,9	41	12,1
2	10,5	12	11,1	22	11,6	32	11,9	42	12,2
3	10,7	13	11,1	23	11,7	33	11,9	43	12,2
4	10,7	14	11,1	24	11,7	34	11,9	44	12,2
5	10,8	15	11,1	25	11,8	35	11,9	45	12,2
6	10,9	16	11,2	26	11,8	36	12,0	46	12,3
7	10,9	17	11,2	27	11,8	37	12,1	47	12,3
8	10,9	18	11,2	28	11,8	38	12,1	48	12,3
9	11,0	19	11,3	29	11,8	39	12,1	49	12,5
10	11,0	20	11,5	30	11,8	40	12,1	50	12,9

Из приведенных данных видно, что наименьшая разрывная нагрузка по длине $x_{min} = 10,5$, а наибольшая: $x_{max} = 12,9$. Число частичных интервалов для выборки объема $n=50$ достаточно $k=5$. Тогда длина частичного интервала $\Delta = \frac{12,9-10,5}{k} = \frac{12,9-10,5}{5} = 0,5$. Далее найдем частоту распределения (m_i), относительную частоту (ω_i) и плотность частоты (y_i) вариантов, приходящихся на каждый интервал. Результаты вычислений представлены в табл. 6.4.

Таблица 6.4 - Таблица распределения частот и относительных частот для разрывной нагрузки по длине

№ п/п	Интервал $[x_i; x_{i+1})$	Середина интервала, \tilde{x}_i	Частота распределения, m_i	Относительная частота, ω_i	Плотность частоты, y_i
1	[10,5 – 11,0)	10,75	8	0,16	16
2	[11,0 – 11,5)	11,25	11	0,22	22
3	[11,5 – 12,0)	11,75	16	0,32	32
4	[12,0 – 12,5)	12,25	13	0,26	26
5	[12,5 – 13,0)	12,75	2	0,04	4
Σ			50	1	

Используя полученные результаты, строим гистограмму плотности абсолютных частот, представленную на рис. 6.4.

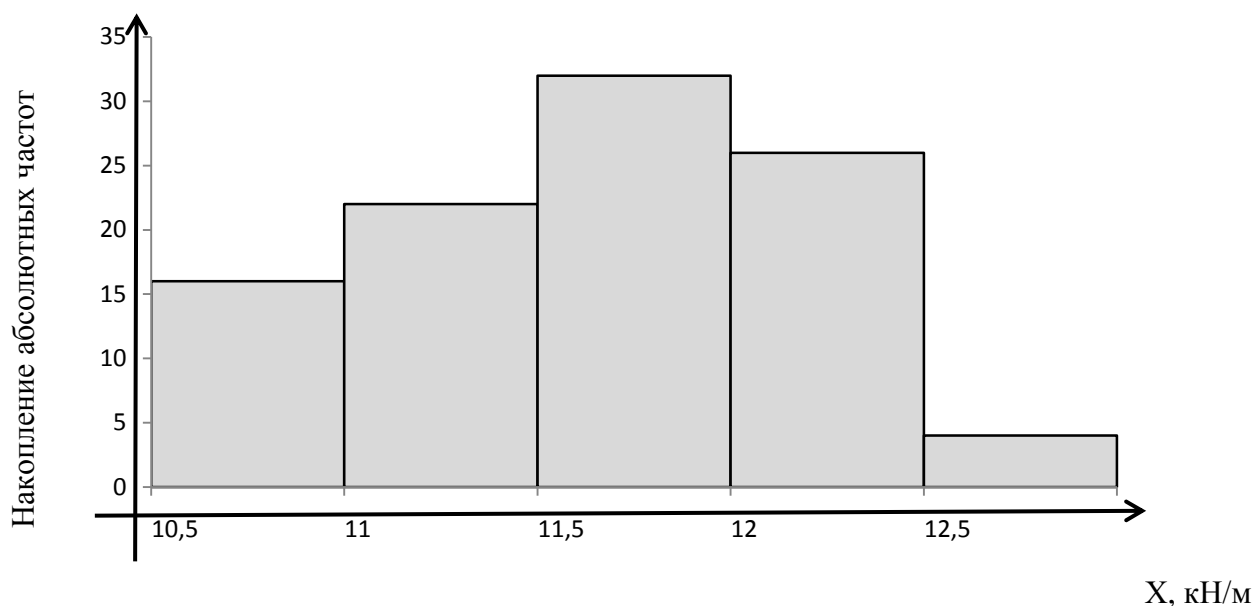


Рис. 6.4 – Гистограмма плотности относительных частот разрывной нагрузки пробы по длине

Методом произведений вычисляем выборочные характеристики. Результаты вычислений представлены в табл. 6.5.

Таблица 6.5 - Результаты обработки данных по разрывной нагрузке по длине пробы для подсчета выборочных характеристик методом произведений

№	Интервал [x_i ; x_{i+1})	Середина интервала, \tilde{x}_i	Частота распреде- ления, m_i	Условная варианта, η_i	η_i^2	$\eta_i \cdot m_i$	$\eta_i^2 \cdot m_i$
1	[10,5 – 11,0)	10,75	8	-2	4	-16	32
2	[11,0 – 11,5)	11,25	11	-1	1	-11	11
3	[11,5 – 12,0)	11,75	16	0	0	0	0
4	[12,0 – 12,5)	12,25	13	1	1	13	13
5	[12,5 – 13,0)	12,75	2	2	4	2	8
Σ			50			-12	64

Имеем: $a_0 = 11,75$ – середина частичного интервала с наибольшей частотой;

$$S_1 = \sum_{i=1}^7 \eta_i \cdot m_i = -12; S_2 = \sum_{i=1}^7 \eta_i^2 \cdot m_i = 64.$$

Тогда, выборочное среднее: $\bar{x}_g = a_0 + \frac{\Delta}{n} \cdot S_1 = 11,63$ кН/м; выборочная дисперсия: $D_g = \frac{\Delta^2}{n} \left(S_2 - \frac{S_1^2}{n} \right) = 0,31$; выборочное среднее квадратическое отклонение: $\sigma_g = 0,55$.

При проверке гипотезы о нормальном распределении выборочной совокупности используем критерий Пирсона. Результаты вычислений представлены в табл. 6.6.

Таблица 6.6 - Результаты обработки данных по разрывной нагрузке по длине для проверки критерия согласия Пирсона

№	x_i	x_{i+1}	z_i	z_{i+1}	$\Phi(z_i)$	$\Phi(z_{i+1})$	P_i	m_i	m'_i	$\frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i}$
1	10,5	11,0		-1,14	-0,5000	-0,3729	0,1271	8	6,355	0,43
2	11,0	11,5	-1,14	-0,24	-0,3729	-0,0948	0,2781	11	13,905	0,61
3	11,5	12,0	-0,24	0,67	-0,0948	0,2486	0,3434	16	17,170	0,08
4	12,0	12,5	0,67	1,57	0,2486	0,4418	0,1932	13	9,660	1,15
5	12,5	13,0	1,57		0,4418	0,5000	0,0582	2	2,910	0,28
Σ							1		50	2,55

В таблице использованы следующие обозначения:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}_g}{\sigma_g}; \quad z_{i+1} = \frac{x_{i+1} - \bar{x}_g}{\sigma_g};$$

$$\Phi(z_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{z_i} e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{значение интегральной функции Лапласа};$$

$$P_i = \Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i); \quad m'_i = N \cdot m_i - \text{теоретические частоты.}$$

Таким образом, экспериментальное значение критерия Пирсона $\chi^2_{\text{эксн}} = 2,55$.

По таблице критических точек распределения χ^2 [199] находим критическую точку $\chi^2_{\text{кр}}(\alpha = 0,05; f = k - 2 = 3) = 7,8$, то есть $\chi^2_{\text{кр}} > \chi^2_{\text{эксн}}$. Значит, расхождение экспериментальных и теоретических частот незначимо, а, следовательно, можно сделать вывод, что данные эксперимента по разрывной нагрузке по длине для гео-

текстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ» согласуются с гипотезой о нормальном распределении совокупности с вероятностью 95%.

Для нормально распределенной статистической совокупности доверительный интервал для среднего выборочного устанавливается согласно выражению [113]:

$$\left(\bar{x}_e - t \frac{\sigma_B}{\sqrt{n}}; \bar{x}_e + t \frac{\sigma_B}{\sqrt{n}} \right), \quad (6.2)$$

где t – аргумент интегральной функции Лапласа $\Phi(t)$, которому соответствует значение функции, равное $\frac{1-\alpha}{2}$;

α – заданный уровень значимости.

Для промышленной продукции вычисления доверительного интервала осуществляют при уровне значимости $\alpha = 0,05$. По таблице значений интегральной функции Лапласа [113] находим число $t = 1,96$. Тогда с вероятностью 95% доверительный интервал для среднего значения разрывной нагрузки по длине геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ» можно ожидать в интервале (11,48; 11,78) кН/м. Очевидно, что для установления высшего уровня качества показатель разрывной нагрузки должен быть выше среднего [198]. Поэтому в качестве нормативного значения выбираем интервал, смещенный от доверительного интервала вправо на длину частичного интервала $\Delta = 0,5$, то есть в итоге получаем (11,98; 12,28) кН/м.

В качестве дополнительного методического подхода к установлению нормативных значений ЕПК можно использовать метод интерполяции [126].

Для установления предельных значений показателя «разрывная нагрузка по длине пробы» воспользуемся методом аналитического выравнивания линии регрессии [126]. При этом строится аналитическая функция $y = \varphi(t)$, которая называется линией регрессии. При прогнозировании предельных показателей выравнивание может осуществляться с использованием следующих типов кривых: линейной, экспоненциальной, логарифмической, полиномиальной, степенной. Критерием отбора наилучшей формы линии регрессии является наибольшее значение

скорректированного коэффициента детерминации R^2 , который варьируется в пределах от 0 до 1.

Нормативные значения показателей «разрывная нагрузка по длине» и «разрывная нагрузка по ширине» геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ» представлены в табл. 6.7.

Таблица 6.7 – Нормативные (базовые) значения показателей качества ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ», предназначенного для строительства и ремонта автомобильных дорог

Наименование показателя	Нормативные значения показателя											
	100	160	200	250	300	350	400	450	500		600	
Поверхностная плотность, г/м ²												
Разрывная нагрузка, Н:												
- по длине	3,0	4,0	6,0	7,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0		18,0	
- по ширине	3,0	4,4	7,0	8,0	11,0	12,0	13,0	15,0	18,0		20,0	

Функцию регрессии (корреляционную зависимость разрывной нагрузки по длине (y) от поверхностной плотности (x)) ищем в виде линейной функции:

$$y = ax + b. \quad (6.3)$$

Согласно метода наименьших квадратов [113] неизвестные коэффициенты вычисляются по формулам:

$$b = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2}, \quad a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}, \quad (6.4)$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \overline{x \cdot y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i, \quad \overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (6.5)$$

Все необходимые вычисления сведем в табл. 6.8.

Таблица 6.8 – Расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии для разрывной нагрузке по длине

№	x	y	xy	x ²	y ²
1	100	3	300	10000	9
2	160	4	640	25600	16
3	200	6	1200	40000	36
4	250	7	1750	62500	49
5	300	10	3000	90000	100
6	350	11	3850	122500	121
7	400	12	4800	160000	144
8	450	14	6300	202500	196
9	500	16	8000	250000	256
10	600	18	10800	360000	324
Сумма	3310	101	40640	1323100	1251
Среднее	331	10,1	4064	132310	125,1

С учетом данных табл. 6.8 рассчитаем оценки параметров линейного уравнения парной регрессии по формулам (6.4) и (6.5):

$$b = \frac{4064 - 331 \cdot 10,1}{132310 - 331^2} = 0,0317; \quad a = 10,1 - 0,0317 \cdot 331 = -0,3927.$$

В результате получили уравнение вида: $\hat{y} = -0,3927 + 0,0317 \cdot x$.

Проведем оценку полученного уравнения регрессии, вычислив коэффициент детерминации по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}. \quad (6.6)$$

и проверив его значимость все расчеты сведем в табл. 6.9.

Таблица 6.9 – Вычисление коэффициента детерминации для разрывной нагрузки по длине

№	x	y	\hat{y}	$(y - \hat{y})^2$	$(y - \bar{y})^2$
1	100	3	2,7773	0,0496	53,6219
2	160	4	4,6793	0,4614	29,3840
3	200	6	5,9473	0,0028	17,2449
4	250	7	7,5323	0,2833	6,5931
5	300	10	9,1173	0,7792	0,9657
6	350	11	10,7023	0,0886	0,3628
7	400	12	12,2873	0,0825	4,7843
8	450	14	13,8723	0,0163	14,2302
9	500	16	15,4573	0,2945	28,7007
10	600	18	18,6273	0,3935	72,7148
Σ				2,4518	228,6024

Тогда $R^2 = 1 - \frac{2,4518}{228,6024} = 0,9893$, то есть уравнением регрессии объясняется

98,93% дисперсии результативного признака, а на долю остальных факторов приходится лишь 1,07%.

Оценим качество уравнения регрессии в целом и значимость коэффициента детерминации [113], для чего выдвигаем гипотезы:

$H_0: R^2 = 0$, т.е. коэффициент детерминации не значим;

$H_1: R^2 \neq 0$, т.е. коэффициент детерминации значим, уравнение регрессии адекватно отражает реальные данные.

В дальнейшем используем F-критерий Фишера-Снедекора, где наблюдаемое значение критерия: $F_{набл} = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - 2) = \frac{0,9893}{1 - 0,9893} \cdot (10 - 2) = 739,7$, а табличное значение: $F_{кр}(\alpha = 0,01; k_1 = 1; k_2 = 10 - 2 = 8) = 11,26$ [113]. В итоге $F_{набл} > F_{кр}$, то есть принимаем гипотезу H_1 , где коэффициент детерминации является значимым и, полученное уравнение регрессии адекватно отражает реальные данные и пригодна для прогноза.

Спрогнозируем значение «разрывной нагрузки по длине» при значении поверхностной плотности $x_p = 550$ (г/м²).

Получаем: $y_p = -0,3927 + 0,0317 \cdot 550 = 17,04$ (кН/м).

Аналогичным образом спрогнозируем нормативные значения для «разрывная нагрузка по ширине» при значении поверхностной плотности $x_p = 550$ (г/м²).

Получаем: $y_p = -0,2181 + 0,0351 \cdot 550 = 19,09$ (кН/м).

6.3. Разработка компьютерной методики оценки характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса нетканого геотекстильного материала для дорожного строительства

В соответствии с фактическим планом технологического контроля, предложенного в разделе 5.2 на базе построенного полного плана контроля, на этапе формирования холста в процессе «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» обоснована необходимость текущего контроля показателей качества прочеса. В условиях производства нетканых геотекстильных материалов, как правило, эти показатели не контролируются ввиду отсутствия соответствующих методик и программных средств для их реализации. В то же время в процессах прядильного производства при формировании аппаратной, кардной и гребенной пряжи в рамках экспресс-методов оценки качества полуфабрикатов были разработаны соответствующие технические средства, которые позволяют осуществлять количественную оценку таких показателей, как засоренность прочеса [200], ориентацию [201] и параллелизацию [202] волокон в прочесе, их извитость [203]. Однако к настоящему времени эти технические средства морально устарели и требуют больших затрат времени на саму процедуру контроля. Кроме этого при производстве нетканых геотекстильных материалов названные выше показатели не характерны для оценки качества прочёса. Основными информативными показателями являются показатели материалоемкости, а именно поверхностная плотность и её неравномерность на коротких участках.

По определению [39] поверхностная плотность (Π_s) находится согласно выражения

$$P_s = m/S_{np}, \text{ г/м}^2, \quad (6.7)$$

где m - масса пробы, г;

S_{np} - площадь пробы, м²

При производственном контроле данного показателя на пластину известной площади укладывают пробу прочёса и затем взвешивают ее на весах. Измерительная пластина площадью 600 см² значительно усредняет значения по поверхностной плотности и не позволяет выявить структурную неравномерность по контролируемому параметру, что необходимо для оценки стабильности параметров технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста».

Для определения направлений совершенствования методов количественной оценки показателей качества геотекстильных материалов предварительно рассмотрим известные методы оценки качества полуфабрикатов, а именно неравномерности по поверхностной плотности прочёса (см. табл. 6.10).

Таблица 6.10 – Анализ методов для измерения неравномерности по поверхностной плотности нетканых геотекстильных материалов

Источник	Основные операции	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4
ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2:1195). Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик [196]	а) Определение неровноты по массе: 1) подготовка пробы; 2) идентификация полотна по внешнему виду; 3) раскрой пробы по схемам в соответствии с определяемыми характеристиками неровноты; 4) проведение испытаний (измерение массы проб); 5) обработка результатов измерений б) Определение неровноты по воздухопроницаемости: 1) подготовка пробы; 2) идентификация полотна по внешнему виду;	Позволяет определить качество прочёса геотекстильного материала доступными методами	Для получения более точных результатов необходимы многократные испытания

1	2	3	4
	3) нанесение меток на пробах по схемам в соответствии с определяемыми характеристиками неровноты; 4) проведение испытаний; 5) обработка результатов измерений.		
Экспресс-контроль неровноты нетканого полотна по поверхностной плотности (метод скользящего среднего) [204]	1) подготовка пробы; 2) сканирование пробы полотна; 3) получение цифрового изображения пробы полотна; 4) вычисление цвета изображения полотна; 5) вычисление среднего значения цвета изображения полотна; 6) сравнение полученного значения цвета пробы с аналогом; 7) обработка результатов измерений.	Позволяет выявить колебания по поверхностной плотности любого полотна. Метод экспресс-контроля можно адаптировать к любым производственным условиям и ассортименту предприятия	Данный метод ориентирован на определение неровноты по поверхностной плотности полотна. Требуется использование специализированного программного комплекса
Системная оценка факторов технологического процесса [205]	1) выявление факторов технологического процесса, влияющих на неровноту; 2) экспериментальные данные испытаний нетканого полотна по выявленным факторам; 3) построение линейной модели; 4) построение графика зависимости; 5) обработка результатов	Позволяет оптимизировать технологический процесс изготовления иглопробивного нетканого полотна	Полученные результаты носят теоретический (условный) характер

С учетом известного метода отбора пробы прочеса на контрольные пластины сформулируем дополнительные операции по оценке характеристик структурной неравномерности по показателю качества «Поверхностная плотность»:

- получение цифрового изображения пробы;
- бинаризация изображения по уровню яркости и контрастности в двух уровнях монохромического изображения;
- постановка задачи по определению радиальной и секториальной неровноты пробы;
- формирование параметрических показателей радиальной и секториальной неравномерности контролируемого параметра;

- выбор наиболее информативных показателей неравномерности показателя качества и установление их взаимосвязи с параметрами технологического оборудования с целью оптимизации значений последних.

Для решения поставленных задач первоначально спроектируем параметрические характеристики неравномерности по показателю «Поверхностная плотность» (см. табл. 6.11).

Таблица 6.11 – Характеристики неравномерности поверхностной плотности прочёса

Наименование показателя, единица измерения	Условия реализации
1	2
<i>Показатели общей неравномерности</i>	
<i>Абсолютные:</i>	
площадь изображения, мм ²	$S = S_c + S_m$
площадь светлых участков, мм ²	S_c
площадь темных участков, мм ²	S_T
<i>Относительные:</i>	
доля площади светлых участков, %	$\Delta S_c = (S_c/S) \cdot 100$
доля площади темных участков, %	$\Delta S_T = (S_T/S) \cdot 100$
общая площадь	$\Delta S_T + \Delta S_c = 1$
<i>Показатели секториальной неравномерности</i>	
Площадь светлых участков i -го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_c)_i$
Площадь темных участков i -го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_T)_i$
Средняя секториальная площадь светлых участков, мм ²	$(\overline{S_c})_c$
Средняя секториальная площадь темных участков, мм ²	$(\overline{S_T})_c$
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади светлых участков, мм ²	$\sigma_{S_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_c)_i - (\overline{S_c})_c]^2}{n-1}}$
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади темных участков, мм ²	$\sigma_{S_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\overline{S_T})_c]^2}{n-1}}$
Коэффициент вариации секториальной площади светлых участков, %	$C_{S_c} = [\sigma_{S_c} / (\overline{S_c})_c] \cdot 100$
Коэффициент вариации секториальной площади темных участков, %	$C_{S_T} = [\sigma_{S_T} / (\overline{S_T})_c] \cdot 100$
<i>Показатели радиальной неравномерности</i>	
Площадь светлых участков j -го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_c)_j$

1	2
Площадь темных участков j -го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_T)_j$
Средняя радиальная площадь светлых участков, мм ²	$(\overline{S_C})_p$
Средняя радиальная площадь темных участков, мм ²	$(\overline{S_T})_p$
Среднее квадратическое отклонение радиальной площади светлых участков, мм ²	$\sigma_{S_C} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_C)_i - (\overline{S_C})_p]^2}{n-1}}$
Среднее квадратическое отклонение радиальной площади темных участков, мм ²	$\sigma_{S_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\overline{S_T})_p]^2}{n-1}}$
Коэффициент вариации радиальной площади светлых участков, %	$C_{S_C} = \left[\frac{\sigma_{S_C}}{(\overline{S_C})_p} \right] \cdot 100$
Коэффициент вариации радиальной площади темных участков, %	$C_{S_T} = \left[\frac{\sigma_{S_T}}{(\overline{S_T})_p} \right] \cdot 100$

Для реализации задач по определению структурной неравномерности по поверхностной плотности прочёса первоначально необходимо осуществить бинаризацию цифрового изображения пробы по алгоритму, приведенному на рис. 6.5.



Рис. 6.5 – Блок-схема алгоритма бинаризации цифрового изображения пробы прочеса

На основании представленного на рис. 6.5 алгоритма была разработана компьютерная программа в оболочке Matlab [206]. Реализация данного алгоритма на основе фактических изображений пробы прочёса представлены на рис. 6.6.

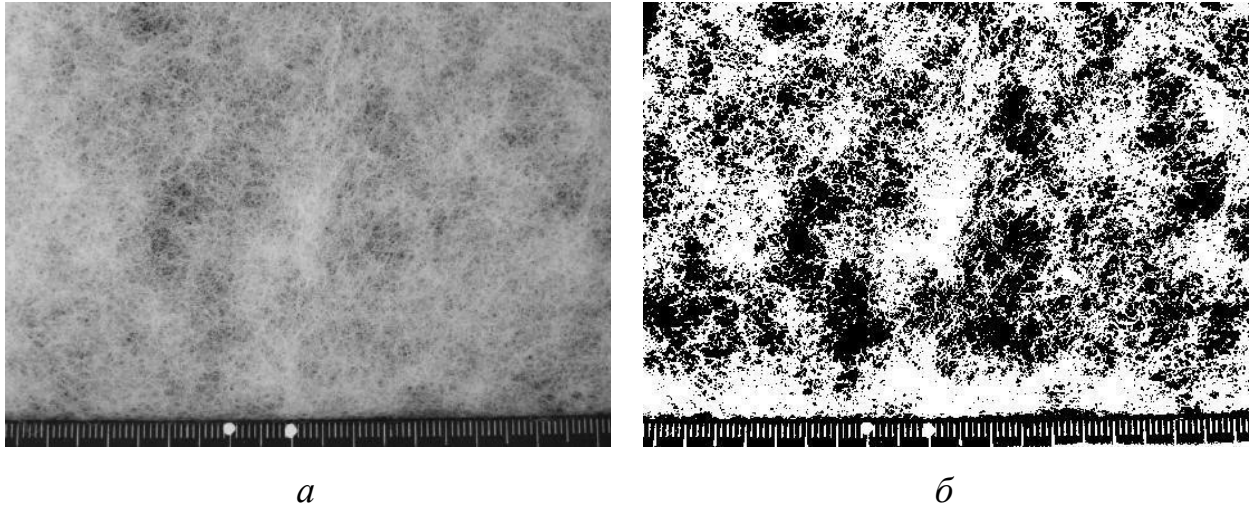


Рис. 6.6 – Исходное (*a*) и бинаризованное (*б*) изображение пробы прочёса

На следующем этапе была разработана компьютерная программа [207] по автоматическому определению показателей неравномерности поверхностной плотности прочёса (см. Приложение 2), которые приведены в табл. 6.11.

Первоначально в данную программу загружается бинаризованное цифровое изображение пробы (см. рис. 6.6, б). В дальнейшем устанавливаются размеры анализируемого участка пробы по длине и ширине с учетом выбранного масштаба (см. рис. 6.7).

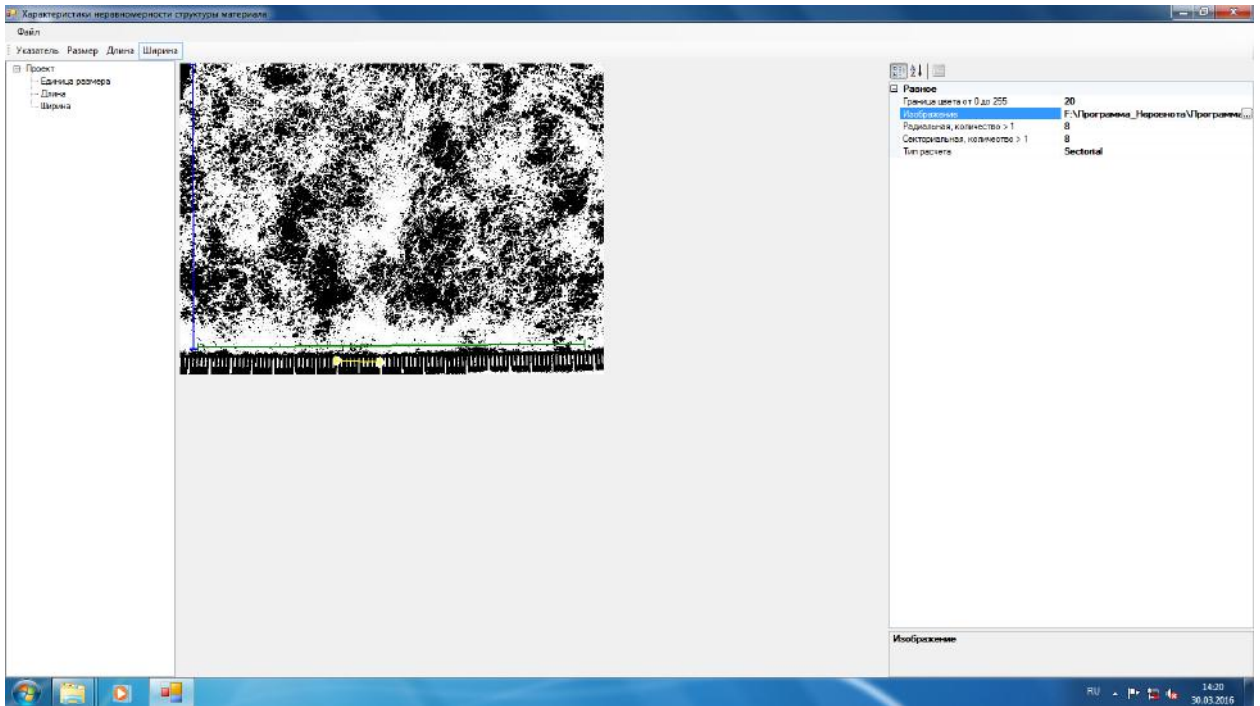


Рис. 6.7 – Окно компьютерной программы с бинаризованным изображением пробы прочёса перед определением общей, секториальной и радиальной неравномерности по поверхностной плотности

На следующем этапе на экран монитора выводятся изображения пробы для оценки соответственно по общему, секториальному и радиальному анализу исследуемого показателя (см. рис. 6.8).

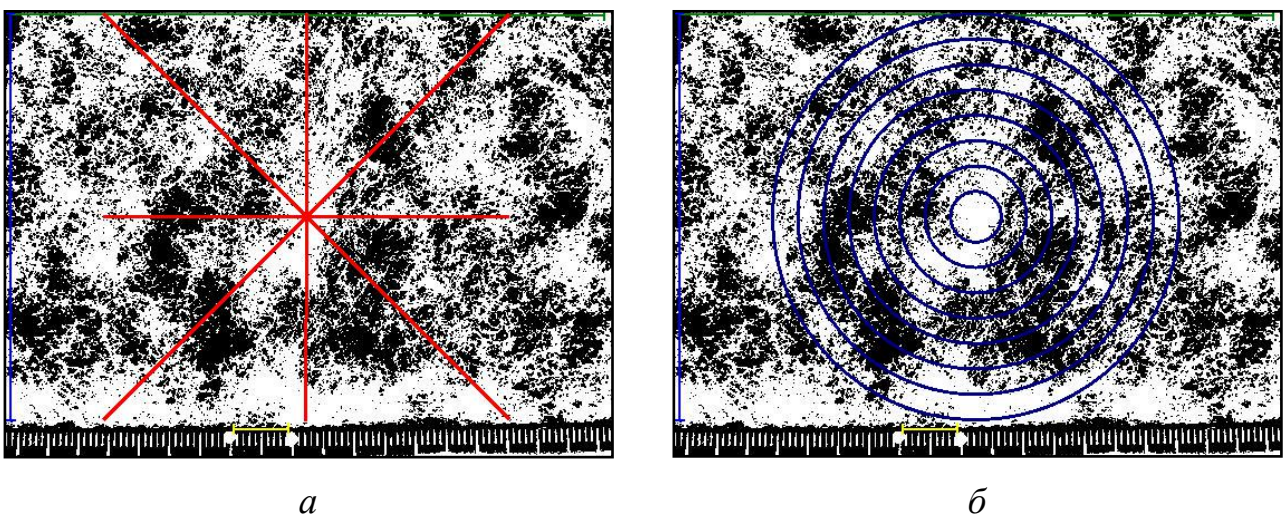


Рис. 6.8 – Бинаризованное изображение образца при определении секториальной (а) и радиальной (б) неравномерности поверхностной плотности прочёса

После проведения данной операции последовательно формируются протоколы по общей, секториальной и радиальной неравноте (см. табл. 6.12).

Таблица 6.12 – Значения характеристик общей, секториальной и радиальной неравномерности поверхностной плотности прочёса

Кодированное обозначение характеристик	Единица измерения	Значения испытываемых образцов					
		№1	№2	№3	№4	№5	Среднее
<i>Общая неравномерность</i>							
a	мм	63,35	65,00	69,52	69,38	67,10	66,87
b	мм	63,35	65,00	69,52	69,38	67,10	66,87
S	мм ²	5531,22	4225,00	4833,37	4814,22	4489,91	4778,74
S_C	мм ²	3175,31	2539,83	2898,09	2778,21	2642,74	2806,84
S_T	мм ²	2355,91	1685,17	1935,28	2036,01	1847,17	1971,91
ΔS_C	%	57,41	60,11	59,96	57,71	58,86	58,81
ΔS_T	%	42,59	39,89	40,04	42,29	41,14	41,19
<i>Секториальная неравномерность</i>							
$(\overline{S_C})_c$	мм ²	396,91	317,48	362,26	347,28	330,34	350,85
$(\overline{S_T})_c$	мм ²	294,49	210,65	245,91	254,5	230,9	247,29
σ_{S_C}	мм ²	917,12	776,15	716,03	732,45	707,87	769,92
σ_{S_T}	мм ²	864,20	805,20	711,62	782,53	713,19	775,35
C_{S_C}	%	9,62	7,80	6,76	7,50	7,92	7,92
C_{S_T}	%	12,22	12,19	10,06	10,93	11,42	11,36
<i>Радиальная неравномерность</i>							
$(\overline{S_C})_p$	мм ²	298,96	243,80	278,93	267,41	257,95	269,41
$(\overline{S_T})_p$	мм ²	242,28	170,76	195,45	205,17	181,43	199,02
σ_{S_C}	мм ²	270,33	30,71	234,48	71,69	64,93	134,43
σ_{S_T}	мм ²	272,8	64,62	233,27	70,52	64,43	141,13
C_{S_C}	%	27,74	3,20	21,63	7,64	7,30	13,50
C_{S_T}	%	41,95	5,21	35,84	9,77	10,81	20,72

Анализ данных, приведенных в табл. 6.12, позволяет осуществить мониторинг технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста» по следующей схеме:

- оценивается общая неравномерность, а именно площади светлых ΔS_C и темных ΔS_T участков пробы, где высокому качеству прочёса соответствует $\Delta S_C \Rightarrow (\Delta S_C)_{max} = 100\%$. Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормируется данная характеристика в следующем варианте: хо-

рошее качество от 71 до 100% (первый уровень); удовлетворительное качество от 41 до 70% (второй уровень); плохое качество до 40% (третий уровень);

- анализируется секториальная неравномерность, а именно значения коэффициента вариации C_{S_c} . Данный показатель имеет негативную направленность, т.е. наилучшим вариантом является условие $C_{S_c} \Rightarrow (C_{S_c})_{min} = 0\%$. Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормируется данная характеристика в варианте: низкая секториальная неравномерность от 0 до 5% (первый уровень); средняя секториальная неравномерность от 6 до 10% (второй уровень); высокая секториальная неравномерность от 10% и выше (третий уровень);

- изучается радиальная неравномерность, а именно значения коэффициента вариации C_{S_p} . Данный показатель также имеет негативную направленность, т.е. наилучшим вариантом является условие $C_{S_p} \Rightarrow (C_{S_p})_{min} = 0\%$. Данное условие является труднодостижимым. Поэтому, аналогично, как и в предыдущем случае по шкале порядка нормируется данная характеристика в варианте: низкая радиальная неравномерность от 0 до 5% (первый уровень); средняя радиальная неравномерность от 6 до 10% (второй уровень); высокая радиальная неравномерность от 10% и выше (третий уровень);

- оформляется итоговый протокол мониторинга искомого технологического процесса в варианте, представленном в табл. 6.13.

Таблица 6.13 – Протокол мониторинга технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы с формированием холста»

Наименование характеристики, ед. измерения	Обозначение	Среднее значение	Уровень неравномерности по шкале порядка			Оценка состояния технологического процесса и решения по его нормализации
			1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7
Поверхностная плотность, г/м ²	P_S	67,30				Соответствует требованиям
Доля светлых участков, %	ΔS_C	58,81		X		Допустимый уровень

1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент вариации светлых участков секториальной неравномерности, %	C_{Sc}	7,92		X		Допустимый уровень
Коэффициент вариации светлых участков радиальной неравномерности, %	C_{Sc}	13,50			X	Требуется настройка узлов чесания

6.4. Автоматизация метода испытания на ударную прочность геотекстильных материалов для дорожного строительства

В нормативном документе ОДМ 218.5.006-2010 [77] прописаны требования к методам контроля показателей качества геотекстильных материалов (ГТМ).

В частности, в номенклатуре показателей качества для технических условий [77] выделен показатель ударной прочности (прочность при ударе), который определяется в соответствии с национальным [208] и международным [209] стандартами. Для испытаний по данным нормативным документам используются направляющий стержень и ударный конус массой 1000 ± 5 г. Конструкция установки для испытания геотекстильных материалов на ударную прочность в соответствии с [210] представлена на рис. 6.9.

С целью автоматизации процесса испытания для определения ударной прочности ГТМ предложено модернизировать метод [208] по схеме, показанной на рис. 6.10.

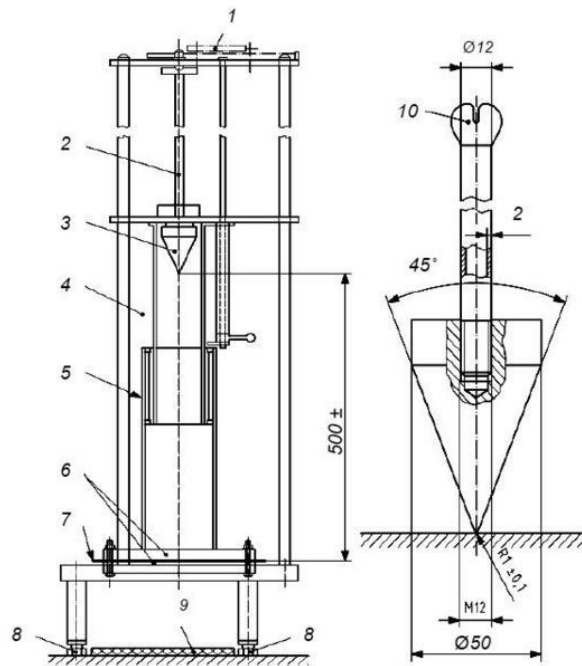


Рис. 6.9 – Схема установки для определения ударной прочности ГТМ:
 1 - головная часть спускового механизма соответствующего лабораторного оборудования;
 2- направляющий шток; 3 – испытательный конус; 4 – металлический экран; 5 – защитный экран;
 6 – зажимная стойка (обойма); 7 – образец геотекстильного материала; 8 – регулировочный винт; 9 – амортизирующий слой; 10 – верхняя часть испытательного конуса

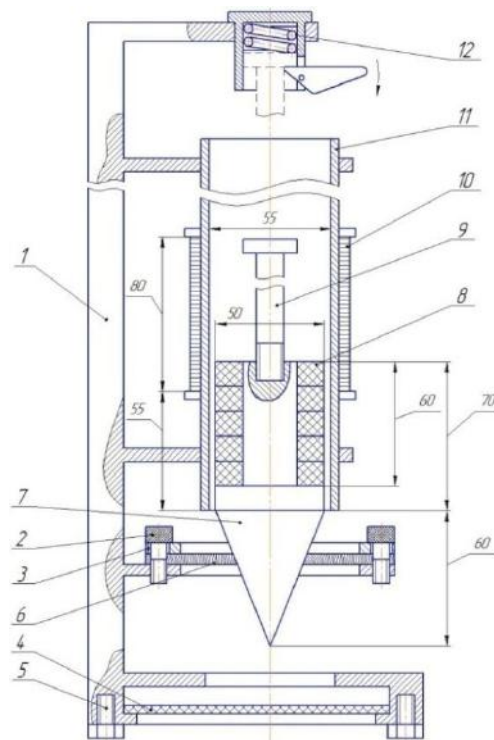


Рис. 6.10 – Схема установки (устройства): 1 – стойка испытательного прибора;
 2 – зажимные винты; 3 – зажимная обойма (стойка); 4 – амортизационный слой; 5 - регулировочный винт (для установки в вертикальном положении); 6 – испытательный образец; 7 - испытательный конус; 8 – ферромагнитные кольца; 9 – направляющий шток; 10 – катушка индуктивности; 11 – защитный экран; 12 – спусковой механизм

Согласно схеме, представленной на рис. 6.10, конус при падении с высоты 0,5 метра проходит внутри направляющей трубы, выполненной из немагнитного материала (пластмассы). Отличительная особенность представленной схемы заключается в модернизации падающего конуса, а именно:

- верхняя часть конуса в виде цилиндра, диаметр которого с небольшим зазором соответствует внутреннему диаметру пластмассовой трубы, выполнен ступенчато с меньшим диаметром, на котором размещены ферромагнитные кольца, общая высота которых больше максимальной глубины погружения конуса в исследуемый материал;

- наружный диаметр ферромагнитных колец соответствует диаметру цилиндрической части конуса;

- на внешней стороне пластмассовой трубы выполнена однослойная рядовая катушка индуктивности.

При разработке конструкции учтены рекомендации выбора размеров катушки индуктивности и сердечника индуктивного соленоидного датчика перемещения [211] для обеспечения лучших метрологических характеристик и линейной статической характеристики в рабочем диапазоне перемещения ударного конуса. Длина намотки в 1,5 раза больше максимальной глубины погружения конуса в исследуемый материал и составляет 90 мм. Длина ферромагнитного сердечника принята равной длине катушки индуктивности. Катушка включена в электрическую измерительную схему, которая представлена на рис. 6.11.



Рис. 6.11 – Электрическая схема включения обмотки катушки

Генератор с кварцевой стабилизацией обеспечивает питание мостовой измерительной схемы, в которую включена катушка индуктивности датчика. Усилитель-детектор усиливает и детектирует сигнал рассогласования измерительного моста. Квадратор преобразует сигнал усилителя в сигнал, пропорциональный площади отверстия в исследуемом образце, полученного от удара конусом. Нормирующий преобразователь согласует сигнал квадратора с входом измерительного прибора для обеспечения удобного отсчета результата измерения в единицах площади отверстия в исследуемом образце. Включение катушки индуктивности в электрическую схему позволяет устранить нелинейность электрического сигнала в верхней и нижней зонах участка цилиндрического конуса. Для исключения электрическим путем нелинейности сигнала, связанной с перемещением конуса в теле испытательной пробы в зависимости от площади отверстия, полученного от удара конусом, был построен соответствующий график с учетом геометрических характеристик ударного конуса с использованием формул (6.8) и (6.9):

$$R = L \cdot \operatorname{tg} 22,5, \quad (6.8)$$

$$S = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot L^2 \cdot (\operatorname{tg} 22,5)^2 = 0,539 \cdot L^2. \quad (6.9)$$

График зависимости площади от отверстия, полученного от удара конусом представлен на рис. 6.12.

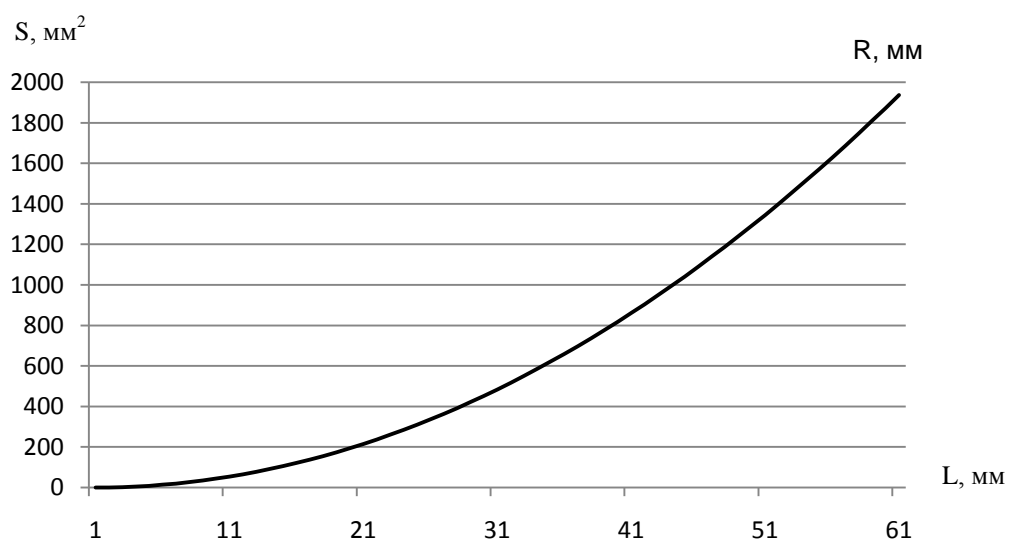


Рис. 6.12 – Зависимость уровня высоты конуса от площади сечения на исследуемой высоте

- обработка результатов измерения проводится в соответствии с требованиями [77].

Основными отличительными особенностями предлагаемого устройства являются:

1) в установке не используется измерительный конус, применение которого увеличивает время проведения испытания и погрешность, обусловленную релаксацией материала после извлечения ударного конуса;

2) по результатам испытаний оценивается не диаметр отверстия на пробе ГТМ, полученного от падения ударного конуса, а его площадь, что повышает точность измерения.

6.5. Повышение информативности

методов оценки геотекстильных материалов на морозостойкость, стойкость к агрессивным средам и светочувствительности за счет формирования комплексного (обобщенного) показателя механических свойств

Для испытания ГТМ на устойчивость к действию ультрафиолетового излучения, стойкости к агрессивным средам и устойчивости к многократному замораживанию и оттаиванию (морозостойкость), характеризующим изменение свойств материала до и после воздействия является изменение разрывного усилия по свойству «прочность» материала при испытании на растяжение [77].

Пооперационный алгоритм проведения испытаний, например на устойчивость ГТМ к действию ультрафиолетового излучения показан на рис. 6.14.

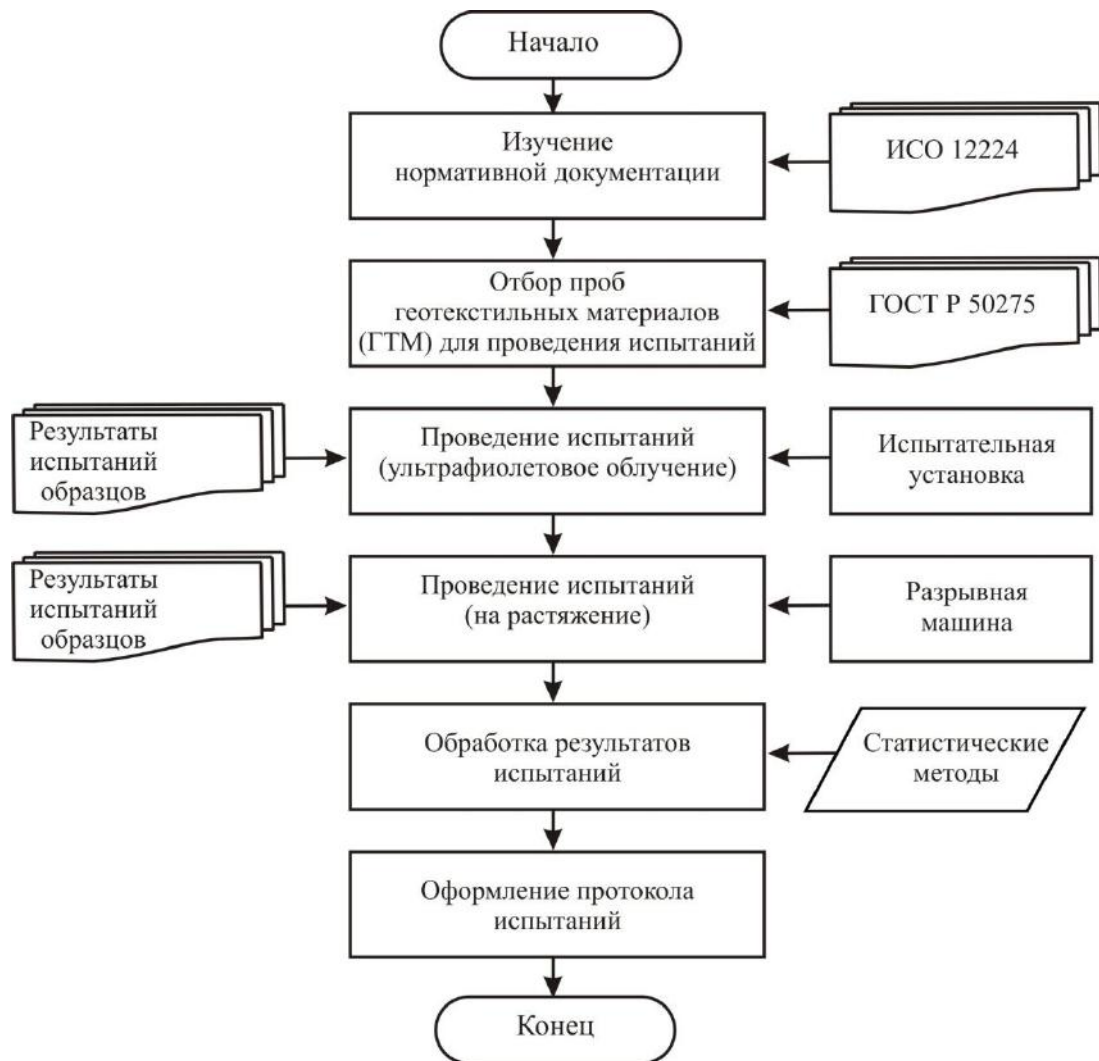


Рис. 6.14 – Алгоритм проведения испытаний на устойчивость ГТМ к действию ультрафиолетового излучения

В то же время использование для оценки критерия только по одному показателю, а именно по изменению разрывного усилия при растяжении, не позволяет в полной мере вывить картину механического разрушения от воздействия внешних факторов.

Для решения данной проблемы рассмотрим подробнее характеристики механических свойств. В разделе 4.2 было предложено систематизировать свойства в виде соответствующих матриц по группам свойств. В частности, матрица механических свойств систематизирована в табл. 4.8.

В рамках совершенствования методологии испытаний предлагается сформировать обобщенный критерий механического разрушения ГТМ с учетом совме-

стного исследования пробы по следующим свойствам: прочность на растяжение, прочность на раздирание и выносливости на многократный изгиб.

Таким образом, к исследуемому свойству «Прочность на растяжение» дополнительно использовали свойства «Прочность на раздирание» и «Выносливость при многократном изгибе». При этом прочность на раздирание пробы рекомендовано осуществлять в продольном направлении.

В качестве количественных показателей данных выделяли следующие характеристики:

- разрывное усилие при растяжении (*pac*), (F_{pac}), Н;
- раздирающее (*раз*) усилие в продольном направлении, ($F_{раз}$), Н;
- число циклов до разрушения пробы при испытании на изгиб (*из*), ($F_{из}$),

цикл.

При формировании обобщенного показателя использовали как геометрический, так и арифметический способы усреднения. С учетом принятых обозначений обобщенный показатель механических свойств (R) имеет вид:

$$R = 0,5 \cdot (R_{\delta} + R_{и}); \quad (6.10)$$

где $R_{\delta} = \left[\left(\frac{F}{F^*} \right)_{pac}^{\alpha_{pac}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{раз}^{\alpha_{раз}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{из}^{\alpha_{из}} \right]_{\delta} \leq 1$; $R_{и} = \left[\left(\frac{F}{F^*} \right)_{pac}^{\alpha_{pac}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{раз}^{\alpha_{раз}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{из}^{\alpha_{из}} \right]_{и} \leq 1$.

R_{δ} - обобщенный показатель механических свойств по длине;

$R_{и}$ - обобщенный показатель механических свойств по ширине;

α - коэффициент весомости.

(при этом обозначение F соответствует испытанию до внешнего воздействия, а F^* соответствует испытанию после внешнего воздействия).

Предлагаемая методология испытаний требует больших затрат по времени, однако в то же время повышает достоверность испытаний вследствие воздействия на ГТМ внешних факторов. По этой причине предлагаемая методика испытаний рекомендуется для научных исследований по разработке новых видов ГТМ.

6.6. Выделение новых результатов по главе

В соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9000 [44], направленных на создание и функционирование СМК предприятий и организаций, ключевыми разделами в обеспечении качества и конкурентоспособности производимой продукции являются операции измерения, мониторинга и анализа параметров технологических процессов. Для успешной реализации выделенных операций необходима соответствующая методическая и информационная поддержка. Методическое обеспечение, в первую очередь, связано с обоснованным выделением номенклатуры показателей качества для последующей их количественной оценки, а также с совершенствованием методологии установления нормативных (базовых) значений с учетом известного и ограниченного массива фактических и экспериментальных данных.

В пятой главе показаны научно-методические принципы формирования фактического плана технологического контроля параметров процессов производства нетканых геотекстильных материалов с учетом различных критериев оптимизации полного плана контроля. В то же время промышленные предприятия делают акцент на операциях входного и выходного контроля качества продукции. Что касается контроля качества промежуточной продукции (полуфабрикатов), то она практически не осуществляется в виду отсутствия соответствующих методов и технических средств контроля. Такой контроль качества продукции не менее важен, т.к. позволяет оперативно принимать меры по переналадке технологического оборудования, таким образом, проблема разработки методов оценки показателей качества промежуточных продуктов с учетом использования современных информационных технологий является актуальной задачей. Что касается совершенствования методов и средств количественной оценки качества готовой продукции, то оно должно идти постоянно с учетом новых и эффективных инновационных решений.

По исследованиям, приведенным в данной главе, получены следующие результаты:

1. Предложена новая методология формирования номенклатуры показателей качества потребительской продукции, основанной на учете технологических и эксплуатационных воздействий на нетканый геотекстильный материал, предназначенный для укладки в земляное полотно при строительстве автомобильных дорог в зависимости от гидрогеологических условий района проложения дороги. Предлагаемая методика позволяет не только сформировать соответствующую номенклатуру показателей качества, но и осуществить их экспертное ранжирование.

2. Разработаны и предложены методы корректировки и установления нормативных (базовых) значений показателей качества на основе теоретических положений ряда предпочтительных чисел, параметров закона распределения экспериментальных данных. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении №21574 от 29.12.2015 [195].

3. Разработан экспресс-метод контроля характеристик неравномерности поверхностной плотности прочёса формируемого холста, включающего операции получения цифрового изображения пробы, его бинаризации и получении результата об изменении структурных характеристик. Приоритетность данных методик подтверждена свидетельствами о программном обеспечении №21692 и №21693 от 10.03.2016 [206], [207].

4. Предложен автоматизированный метод испытания на ударную прочность геотекстильных материалов, в результате которого оценивается не диаметр отверстия на пробе, полученного от удара, а его площадь, что значительно повышает точность измерения и уменьшает погрешность полученных результатов.

5. Предложена методология формирования комплексного (обобщенного) показателя механических свойств, позволяющая повысить информативность методов оценки на морозостойкость, стойкость к агрессивным средам и светочувствительности.

ГЛАВА 7. ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

7.1. Формирование новой стратегии комплексной оценки качества геотекстильного материала для дорожного строительства

В разделе 1.5 осуществлен критический анализ методов по оценке качества геотекстильной продукции. Существующая методология оценки нетканого геотекстильного материала [69] (см. рис. 7.1) основана на выделении номенклатуры показателей качества (x_i), их измерении $(x_i)_{изм}$ и сравнении с нормативными значениями $\|x_i\|$.



Рис. 7.1 – Операции оценки качества геотекстильных материалов

В формализованном виде данная процедура выглядит следующим образом:

$$\pm \Delta x_i = (x_i)_{изм} - \|x_i\|, \quad (7.1)$$

при $\Delta x_i \leq (\Delta x_i)_{дон}$ – соответствует требуемому уровню;

$\Delta x_i > (\Delta x_i)_{дон}$ – не соответствует требуемому уровню.

При соответствии фактических и нормативных значений (в пределах установленного допуска) делается вывод о достигнутом уровне качества.

Следует отметить, что существующий подход имеет свои достоинства и недостатки. Среди достоинств можно отметить работоспособность данной методологии, а также анализ полученных результатов открывает новые перспективы в области совершенствования качества промышленной продукции. Однако, у данного подхода имеется ряд недостатков, а именно:

- существующая номенклатура показателей качества (ПК) по отдельным видам ГТМ сформирована на основании номенклатуры единичных показателей качества (ЕПК) родственных материалов;

- в формировании номенклатуры ЕПК не используются рекомендации РД-50-64-84 [38] по существующим группам показателей: назначения, надежности, эксплуатационные, безопасности и экологичности;

- не осуществлена возможность дальнейшего ранжирования ЕПК по их важности и приоритетности;

- отсутствуют четкие рекомендации по общей оценке качества ГТМ (например, в случае, если по одному ЕПК идет снижение относительно нормативного значения);

- не предусмотрена комплексная оценка качества ГТМ.

Параллельно был проанализирован опыт в оценке качества текстильных материалов и изделий в соответствии с существующими стандартами [67], [212]. Особенностями данного подхода является выделение градации качества (сорт) и установление его уровней (см. рис. 7.2). Данная система в оценке качества текстильной продукции основывается на сложившихся десятилетиями практическом опыте и по этой причине до сих пор используется текстильным предприятиями. Особенностью существующей методологии является одновременная оценка качества по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида изделия.

В последние годы большой поток научных публикаций в оценке качества потребительской продукции связан с использованием методов квалиметрии (см. рис. 7.3). Однако многие авторы в решении данной проблемы не учитывают специфические особенности производственной продукции и действующие нормативные документы. Попытка соединения традиционного и квалиметрического подходов в оценке качества ткани [213] и нетканых полотен [71] совершенствует общую методологию в оценке качества данной продукции.

Учитывая то, что для оценки качества геотекстильных материалов не выделяется градация качества и его уровни, подход примененный в работах [71] и [213] использовать нецелесообразно.

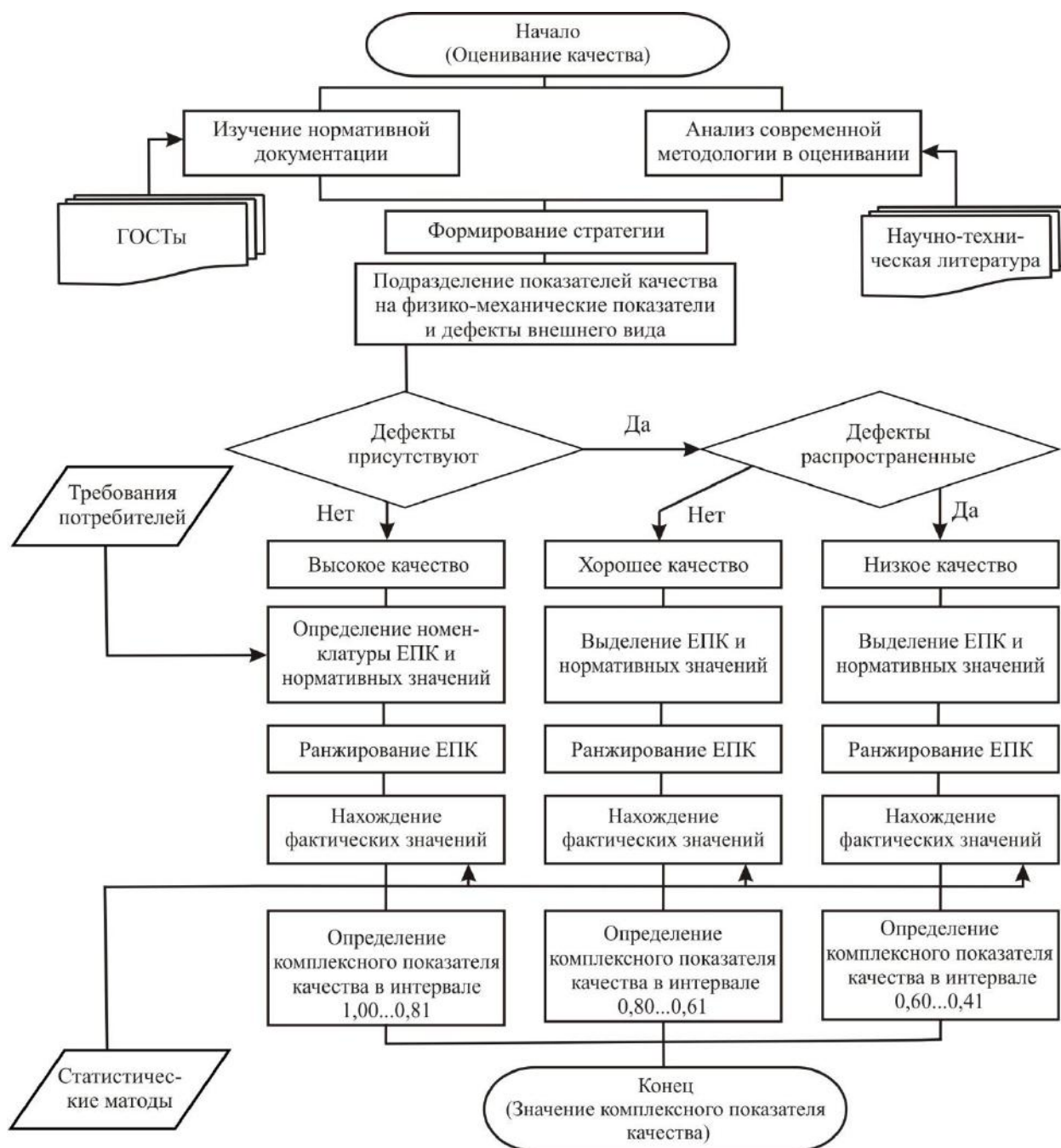


Рис. 7.2 – Блок-схема алгоритма оценивания качества нетканых полотен

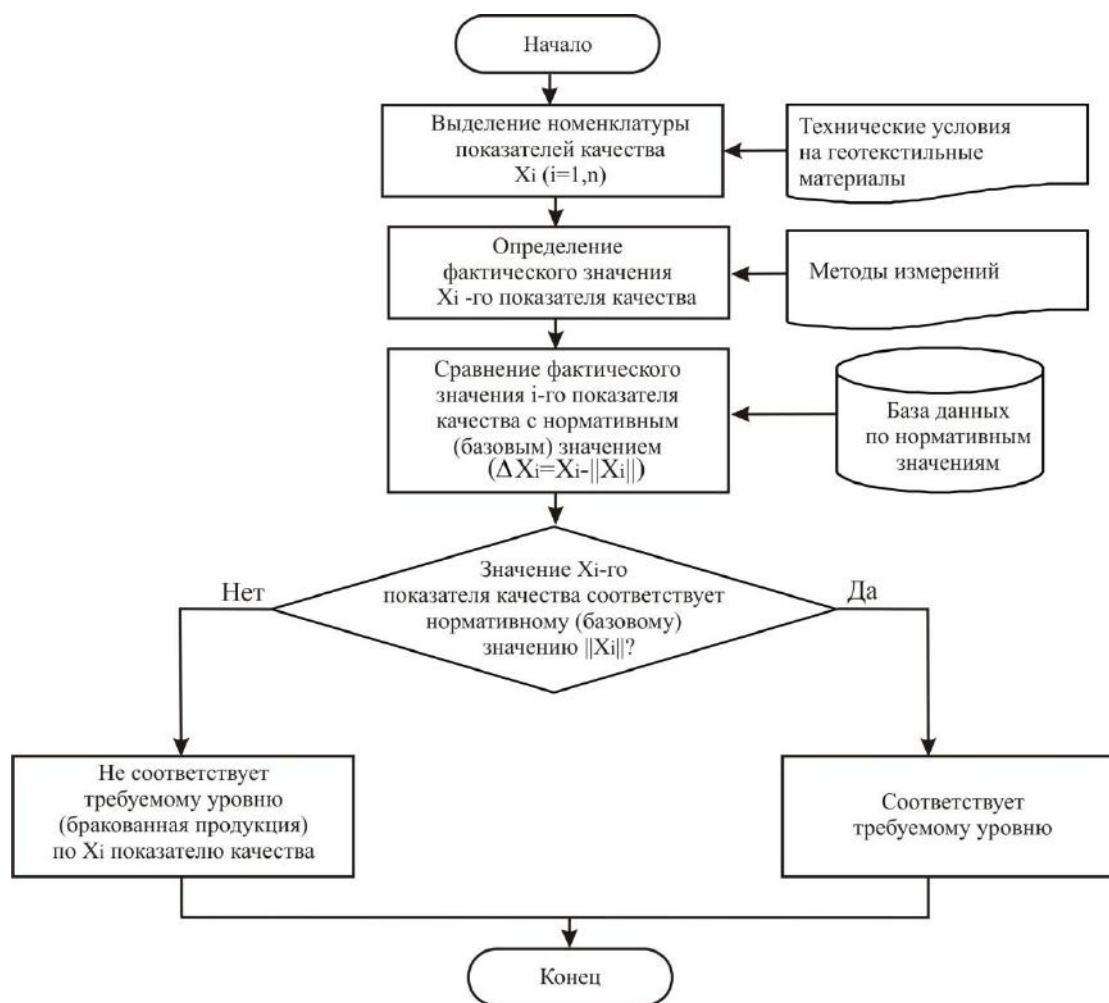


Рис. 7.3 – Блок-схема алгоритма оценки качества ГТМ с использованием методов квалиметрии

Для формирования новой стратегии в оценке качества геотекстильных материалов проанализируем нормативный документ РД-50-64-84 [38] и сформируем номенклатуру показателей качества (предварительно на уровне свойств) по следующим группам: назначения, надежности, эксплуатационные свойства, безопасности и экологичности. При этом установим приоритетность оценки показателей качества по группам (на основании экспертной оценки) (см. рис. 7.4).



Рис. 7.4 – Предлагаемая методология оценки качества ГТМ

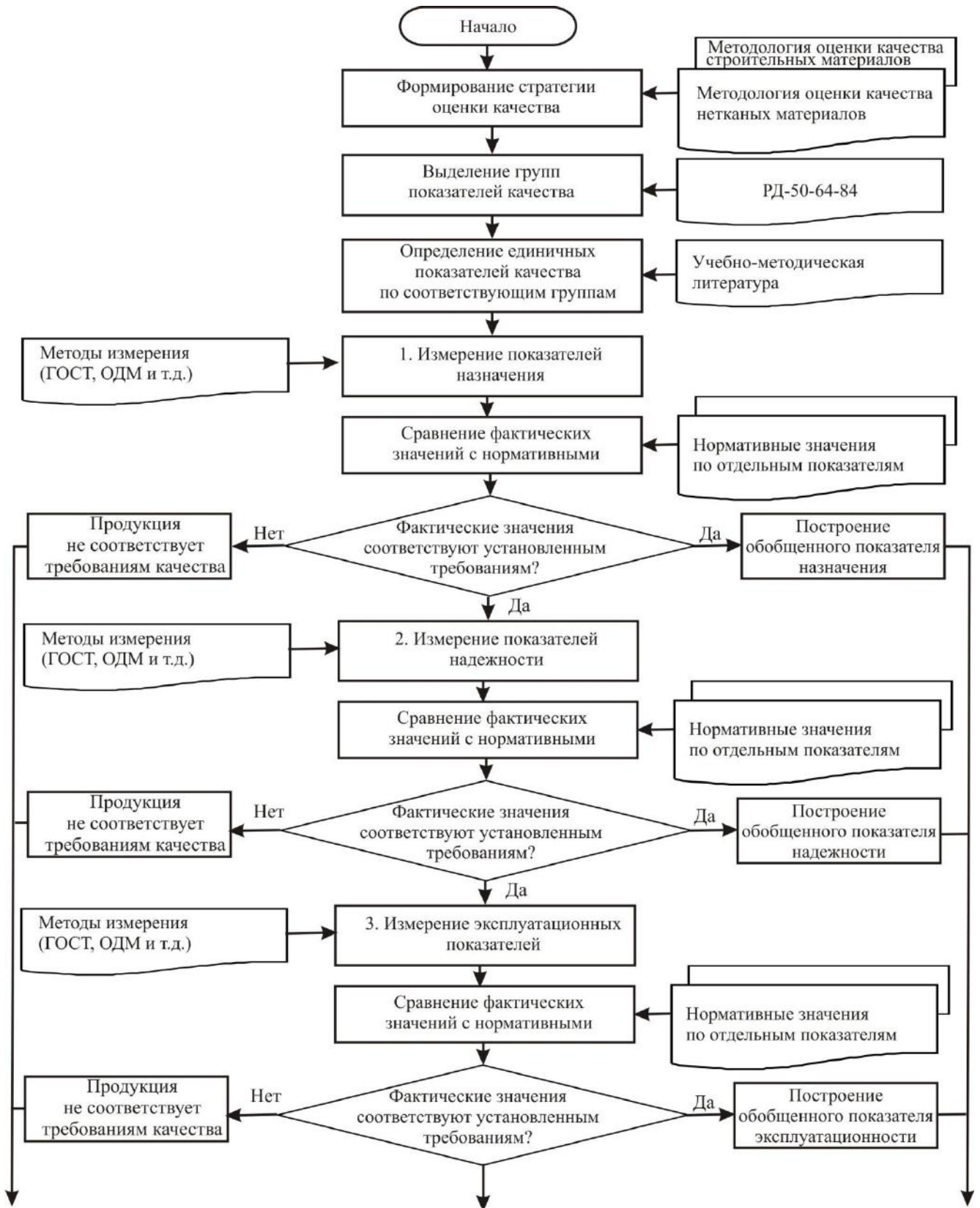
После выделения количественных показателей свойств и придания им статуса единичных показателей качества, проводим последовательную оценку по каждому показателю группы. Если один из показателей не соответствует нормативному значению с учётом допусковых границ, то продукция относится к несоответствующей 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.

7.2. Построение алгоритма оценки качества геотекстильных материалов для строительства и ремонта автомобильных дорог

На основании предложенной в разделе 7.1 новой стратегии в оценке качества геотекстильного материала построили соответствующий алгоритм, где выделили все операции контроля (см. рис. 7.5).



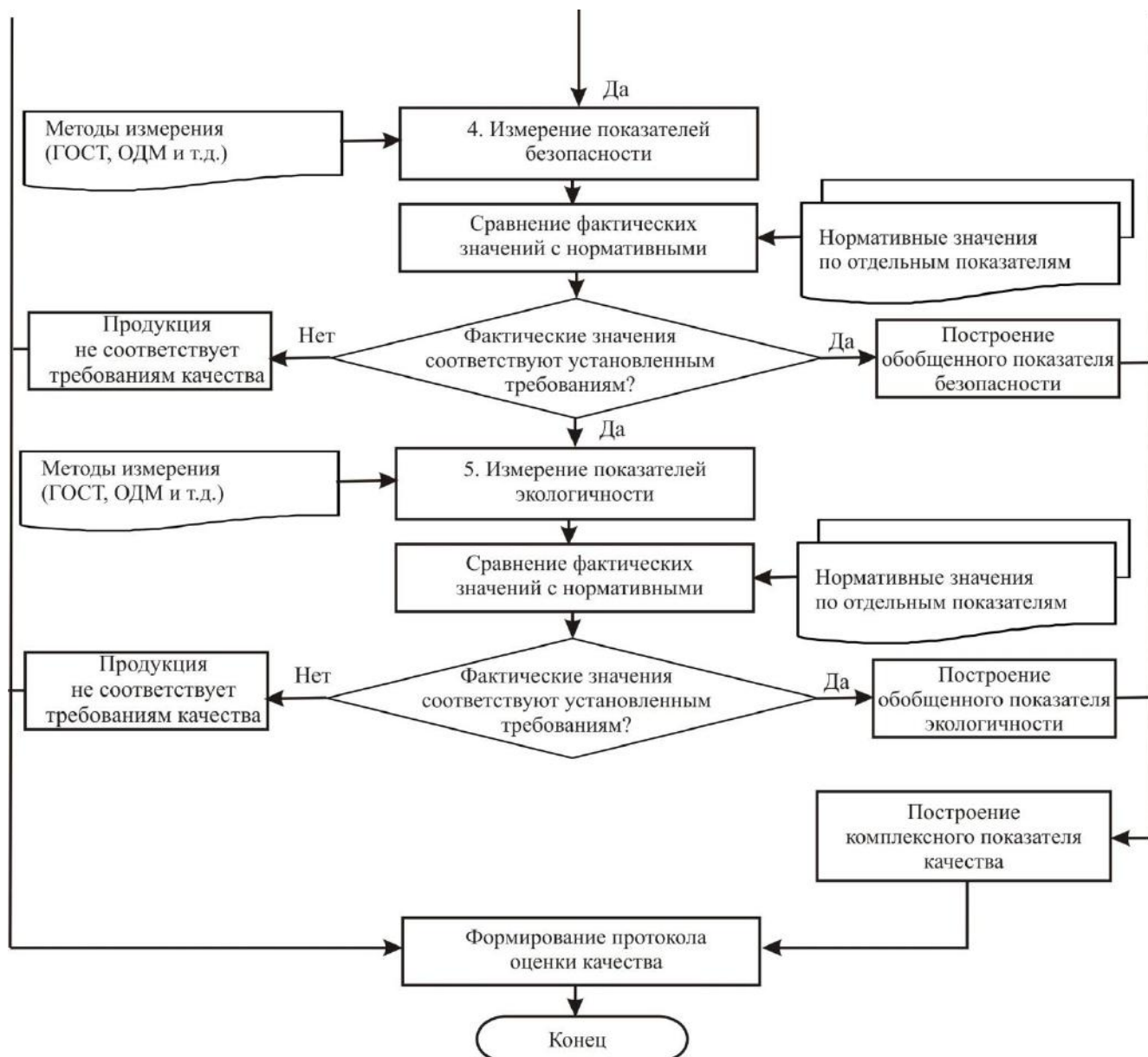


Рис. 7.5 – Блок-схема алгоритма комплексной оценки качества ГТМ

Особенности реализации представленного на рис. 7.5 алгоритма состоят в следующем:

- в соответствии с основным предложенным принципом «Приоритетности по группам показателей» первоначально рассматриваем группу «Показатели назначения», а затем надежности, эксплуатационные, безопасности и экологичности;

- при выделении показателей качества использовали двухступенчатый подход, а именно первоначально выделяли и уточняли наименование свойств (качественных характеристик), а затем выбирали наиболее информативные количественные показатели этих свойств: например, свойство «Материалоемкость» возможно оценивать следующими количественными показателями: «Линейная плотность», «Поверхностная плотность», «Объемная плотность». В данном случае целесообразно для свойства «Материалоемкость» использовать количественный показатель «Поверхностная плотность» (г/м^2);

- при сравнении ЕПК с его нормативными значениями предусмотрены следующие действия: «продукция не соответствует установленным требованиям» и она переводится в некондиционную продукцию, «продукция соответствует установленным требованиям», и, согласно представленному алгоритму, контроль качества переходит на следующий уровень. Кроме этого параллельно осуществляется построение обобщенного показателя назначения.

7.3. Разделение показателей качества геотекстильных материалов по группам назначения, надежности, эксплуатационные свойства, безопасности и экологичности

При выделении показателей групп назначения, надежности, эксплуатационные свойства, безопасности и экологичности за основу взят нормативный документ РД-50-64-84 [38]. В данном документе по функциональному признаку предусмотрена следующая номенклатура основных групп показателей качества продукции: показатели назначения; показатели надежности (безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости); показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов; эргономические показатели; эстетические показатели; эксплуатационные показатели; показатели транспортабельности; показатели стандартизации и унификации; патентно-правовые показатели; экологические показатели; показатели безопасности.

В соответствии с выбранным объектом исследования, а именно неткаными иглопробивными геотекстильными материалами, для применения в дорожном строительстве, наиболее рационально использование следующих основных групп: назначения, надежности, эксплуатационные свойства, безопасности и экологичности. Первоначально для выделения приоритетности вышеуказанных групп было проведено анкетирование среди экспертов, которые являются специалистами в области дорожного строительства. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием компьютерной программы, разработанной в оболочке Matlab 6.5 [121], результаты которой представлены на рис. 7.6.

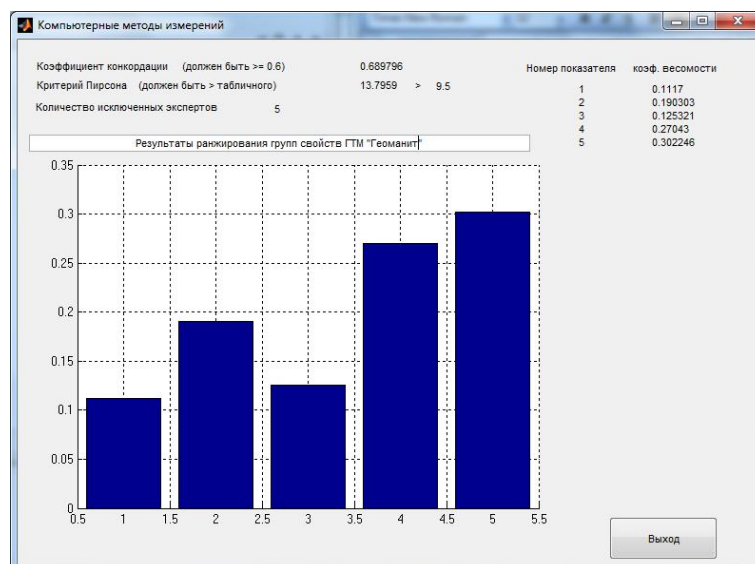


Рис. 7.6 – Результаты экспертного опроса специалистов в области дорожного строительства

Исходя из полученных результатов (см. рис. 7.6), можно сделать вывод о том, что величина коэффициента конкордации (W), равная 0,69, является значимой ($W \geq 0,60$), и поэтому подобранные эксперты имеют между собой хорошую согласованность [214].

В итоге получили следующие значения коэффициентов весомости для выбранных групп: назначения (0,11); надежности (0,19); эксплуатационные свойства (0,13); безопасности (0,27) и экологичности (0,30).

На следующем этапе, на основании нормативной [38] и научной литературы [215], [216] осуществляли выделение свойств по каждой выбранной группе (см. табл. 7.1).

Таблица 7.1 – Распределение свойств нетканых иглопробивных геотекстильных материалов по соответствующим группам

Группа свойств	Отдельные (простые) свойства
Назначения	Сырьевой состав Ширина Толщина Материалоемкость
Надежности	Прочность при растяжении (по длине) Прочность при растяжении (по ширине) Удлинение (по длине) Удлинение (по ширине) Прочность при ударе
Эксплуатационные	Водопроницаемость Теплостойкость Морозостойкость
Безопасности	Огнестойкость (устойчивость к воспламеняемости) Токсичность (безвредность химического состава материала)
Экологичности	Грибоустойчивость Устойчивость к воздействию агрессивных сред Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения

В дальнейшем откорректировали названия выделенных свойств в соответствии в методологией, представленной в главе 4. В частности, были откорректированы названия следующих свойств: материалоемкость (поверхностная плотность); прочность при растяжении (разрывная нагрузка); удлинение (относительное удлинение); прочность при ударе (показатель ударной прочности); водопроницаемость (коэффициент фильтрации); грибоустойчивость (показатель стойкости к микроорганизмам); устойчивость к воздействию агрессивных сред (показатель стойкости к действию агрессивных сред); устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения (показатель устойчивости к действию ультрафиолетового излучения) и т.д.

Следующим этапом построения комплексного показателя качества ГТМ является установление ЕПК по каждой группе свойств, представленной в табл. 7.2.

Для его осуществления возможно использовать несколько подходов. Один из них состоит в том, что для каждого свойства выбирают одну количественную характеристику. Другой подход связан с пропорциональным отбором количественных характеристик, т.е. самому значимому свойству большое количество, менее значимому свойству меньшее количество характеристик и т.д. [87], [215], [216].

Таблица 7.2 – Количественные характеристики рассматриваемых свойств

Качественная характеристика	Количественные характеристики и единицы их измерения
1	2
Группа свойств «Назначения»	
Сырьевой состав	Наименование различных видов волокон, входящих в изделие Номинальная массовая доля различных видов волокон, %
Ширина	Номинальная ширина, см Максимальная ширина, см Минимальная ширина, см
Толщина	Номинальная толщина, мм Максимальная толщина, мм Минимальная толщина, мм
Материалоемкость	Номинальная поверхностная плотность, г/м ² Минимальная поверхностная плотность, г/м ²
Группа свойств «Надежности»	
Прочность при растяжении (по длине)	Разрывная нагрузка по длине, кН/м Прочность при расслаивании по длине, кН/м Прочность при раздирании по длине, кН/м Прочность закрепления волокон, кН/м
Прочность при растяжении (по ширине)	Разрывная нагрузка по ширине, кН/м Прочность при расслаивании по ширине, кН/м Прочность при раздирании по ширине, кН/м Прочность закрепления волокон, кН/м
Удлинение (по длине)	Абсолютное удлинение при разрыве по длине, мм Относительное удлинение при разрыве по длине, %
Удлинение (по ширине)	Абсолютное удлинение при разрыве по ширине, мм Относительное удлинение при разрыве по ширине, %
Прочность при ударе	Диаметр пробивного отверстия, мм Площадь пробивного отверстия, мм ² Показатель ударной прочности, мм
Группа «Эксплуатационные свойства»	
Водопроницаемость	Коэффициент фильтрации в вертикальном (перпендикулярном) и горизонтальном к плоскости, м/сут Размер пор, мкм Максимальный размер частиц грунта, мм
Теплостойкость	Показатель стойкости к тепловому старению, кН/м Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, %

1	2
Группа свойств «Безопасности»	
Огнестойкость	Показатель огнестойкости, °С
Токсичность	Индекс токсичности, %
Группа свойств «Экологичности»	
Грибоустойчивость	Показатель стойкости геосинтетических материалов к микроорганизмам
Устойчивость к воздействию агрессивных сред	Показатель стойкости геосинтетических материалов к действию агрессивных сред, %
Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения	Показатель устойчивости геосинтетических материалов к действию ультрафиолетового излучения, %

Для установления фактических значений проведем анализ существующих методов измерения ЕПК геотекстильных материалов (см. табл. 7.3).

Таблица 7.3 – Стандартные методы оценки ЕПК геотекстильных материалов

№	Наименование показателя	Наименование прибора, ИО, СИ и стендовых установок	Методы испытаний (исследований)
1	2	3	4
1	Массовая доля различных видов волокон	Растворители, весы аналитические, ВЛА-200М, шкаф сушильный	ГОСТ 25617-83 [217]
2	Ширина	Измерительная линейка	ГОСТ 3811-72 [74]
3	Толщина	Прибор для определения толщины	ГОСТ Р 50276-92 [75]
4	Поверхностная плотность	Линейка, маркер, весы технические, ВЛТ-1000, ножницы	ГОСТ Р 50277-92 [73]
5	Разрывная нагрузка (по длине)	Разрывная машина РТ-250М-2	ГОСТ Р 53226-2008 [76] ОДМ 218.5.006-2010 (п. 7.1) [77]
6	Разрывная нагрузка (по ширине)	Разрывная машина РТ-250М-2	ГОСТ Р 53226-2008 [76] ОДМ 218.5.006-2010 (п. 7.1) [77]
7	Относительное удлинение (по длине)	Разрывная машина РТ-250М-2	ГОСТ Р 53226-2008 [76] ОДМ 218.5.006-2010 (п. 7.1) [77]

1	2	3	4
8	Относительное удлинение (по ширине)	Разрывная машина РТ-250М-2	ГОСТ Р 53226-2008 [76] ОДМ 218.5.006-2010 (п. 7.1) [77]
9	Показатель ударной прочности	Установка для испытания на ударную прочность, линейка	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 7.8) [77]
10	Коэффициент фильтрации в вертикальном (перпендикулярном) и горизонтальном к плоскости	Установка для определения водопроницаемости	ГОСТ Р 52608-2006 [79]
11	Коэффициент теплопроводности	Климатическая камера	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 8.5) [77]
12	Показатель морозостойкости	Климатическая камера	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 8.5) [77]
13	Показатель огнестойкости	Нагретая проволока	ОДМ 218.5.006-2010 [77]
14	Индекс токсичности	Анализатор изображений АТ-05, оборудование и реактивы	ГОСТ Р 53485-2009 [218]
15	Показатель стойкости геосинтетических материалов к микроорганизмам	Камера (термостат), автоклав, шкаф сушильный лабораторный, холодильник бытовой электрический, лампа бактерицидная ртутно-кварцевая типа ПРК-2, весы аналитические, микроскоп биологический МБС, спиртовка, камера Горяева счетная, петля бактериологическая, чашки Петри, колбы, цилиндры, пробирки, воронки, пипетки, стаканы, ступки фарфоровые, эксикаторы без крана, пульверизатор.	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 8.4) [77]
16	Показатель стойкости геосинтетических материалов к действию агрессивных сред	Емкость из химически стойких материалов, термостат, цилиндры, пипетки, агрессивные среды	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 8.3) [77]
17	Показатель устойчивости геосинтетических материалов к ультрафиолетовому излучению	Испытательная установка, создающая излучение с использованием ультрафиолетовых ламп	ОДМ 218.5.006-2010 (п. 8.2) [77]

7.4. Построение обобщенной оценки качества геотекстильных материалов строительного назначения и определение уровней градации качества

В соответствии с предлагаемой стратегией оценки качества геотекстильных материалов, приведенной в разделе 7.1, предусматривается построение обобщенных показателей (ОПК) по выделенным группам назначения, надежности, эксплуатационным свойствам, безопасности и экологичности. Кроме этого формируется комплексный показатель (Q) по выбранному объекту исследования.

В теории квалиметрии [219] представлены три способа усреднения, свертывания в обобщенный (комплексный) показатель, а именно арифметический, геометрический и гармонический.

Наиболее часто применяется арифметический способ усреднения в виде [220]:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \alpha_i, \quad (7.2)$$

где $(q_x)_i$ - дифференциальный показатель качества;

α_i - весомость i -го показателя качества ($\sum_i \alpha_i = 1$).

При расчете дифференциальных (относительных) показателей необходимо осуществить перевод различных разноразмерных ЕПК, входящих в комплексную оценку, в единые безразмерные ЕПК. Его осуществляют сравнением значений ЕПК с соответствующими значениями базовых ЕПК. Для позитивных показателей используют выражение

$$(q_x)_i = X_i / \|X_i\| \leq 1; \quad (7.3)$$

для определения негативных показателей применяют формулу

$$(q_x)_i = \|X_i\| / X_i \leq 1, \quad (7.4)$$

где X_i - фактическое значение i -го показателя качества;

$\|X_i\|$ - базовое (нормативное) значение i -го показателя качества.

Согласно приведенному алгоритму (см. раздел 7.2) по выделенным единичным показателям качества группы назначения определяли значимость каждого показателя. Для осуществления данного этапа воспользовались экспертным методом оценки [221]. Обработка экспертного опроса, проведенная среди специалистов промышленных предприятий (см. раздел 2.2), осуществлялась с использованием компьютерной программы [121]. Результаты экспертного опроса представлены на рис. 7.7.

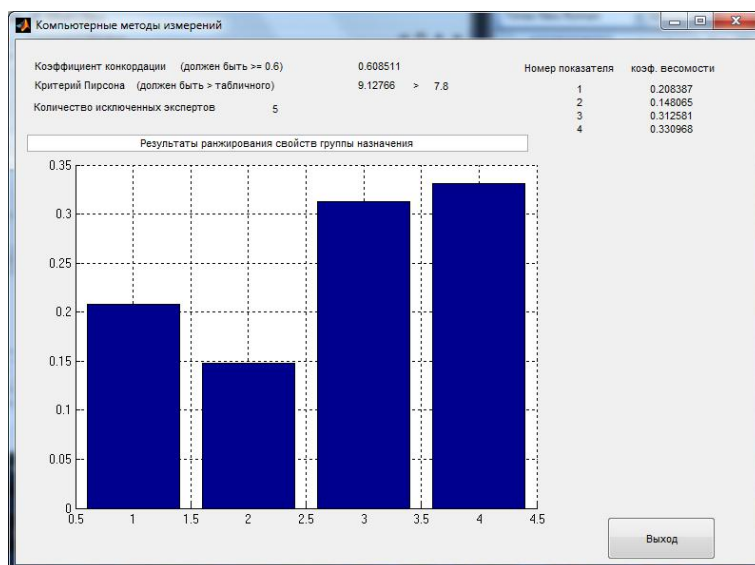


Рис. 7.7 – Результаты экспертного опроса специалистов по весомости единичных показателей качества по группе «Назначение»

Исходя из полученных результатов (см. рис. 7.7) можно сделать вывод, что величина коэффициента конкордации, равная 0,61, является значимой ($W \geq 0,60$), и поэтому подобранные эксперты имеют между собой хорошую согласованность. Значения коэффициентов весомостей для выбранных показателей ЕПК по группе «Назначение» следующие: сырьевой состав (0,21); ширина (0,15); толщина (0,31); поверхностная (0,33) (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

Аналогичным образом определяли коэффициенты весомости ЕПК для групп: надежность, эксплуатационных свойств, безопасности и экологичности. Для определения обобщенного показателя надежности использовали выражение (7.2.) и данные табл. 7.4.

Таблица 7.4 – Фактические и базовые значения ЕПК ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ»

Показатели	Значения		Коэффициент весомости
	фактические	базовые (нормативные)	
Группа назначения			0,11
Массовая доля различных видов волокон, %	100	100	0,21
Ширина, см	520	520	0,15
Толщина, мм	2,5	2,7	0,31
Поверхностная плотность, г/м ²	349	350	0,33
Группа надежности			0,19
Разрывная нагрузка (по длине), кН/м	11,3	11,0	0,32
Разрывная нагрузка (по ширине), кН/м	12,2	12,0	0,29
Относительное удлинение (по длине), %	74,4	100	0,14
Относительное удлинение (по ширине), %	84,1	100	0,12
Показатель ударной прочности, мм	15,1	16,0	0,13
Группа эксплуатационных свойств			0,13
Коэффициент фильтрации в вертикальном (перпендикулярном) и горизонтальном к плоскости, м/сут	20,9	35,0	0,50
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,147	0,151	0,27
Показатель морозостойкости, %	90	90	0,23
Группа безопасности			0,27
Показатель огнестойкости, °С	80	100	0,50
Индекс токсичности, %	120	120	0,50
Группа экологичности			0,30
Показатель стойкости геосинтетических материалов к микроорганизмам, балл	не выше ПГ ₁₁₃	не выше ПГ ₁₁₃	0,50
Показатель стойкости геосинтетических материалов к действию агрессивных сред, %	88	90	0,27
Показатель устойчивости геосинтетических материалов к ультрафиолетовому излучению, %	73	70	0,23

На основании данных табл. 7.4 осуществим расчет обобщенных показателей качества по каждой группе свойств (см. табл. 7.5).

Таблица 7.5 – Значения обобщенных показателей качества

Наименование группы	Значения обобщенных показателей группы
Назначение	$ОПК_{назн.} = \frac{100}{100} \cdot 0,21 + \frac{520}{520} \cdot 0,15 + \left(\frac{2,7}{2,5}\right)^{-1} \cdot 0,31 + \left(\frac{350}{349}\right)^{-1} \cdot 0,33 = 0,97$
Надежность	$ОПК_{надеж.} = \frac{11,0}{11,3} \cdot 0,32 + \frac{12,0}{12,2} \cdot 0,29 + \left(\frac{100}{74,4}\right)^{-1} \cdot 0,14 + \left(\frac{100}{84,1}\right)^{-1} \cdot 0,12 + \left(\frac{16,0}{15,1}\right)^{-1} \cdot 0,13 = 0,91$
Эксплуатационные свойства	$ОПК_{эксп. св-ва} = \left(\frac{35,0}{20,9}\right)^{-1} \cdot 0,50 + \left(\frac{0,151}{0,147}\right)^{-1} \cdot 0,27 + \frac{90}{90} \cdot 0,23 = 0,78$
Безопасность	$ОПК_{безоп.} = \left(\frac{100}{80}\right)^{-1} \cdot 0,50 + \frac{120}{120} \cdot 0,50 = 0,90$
Экологичность	$ОПК_{эколог.} = \frac{1,0}{1,0} \cdot 0,50 + \left(\frac{90}{88}\right)^{-1} \cdot 0,27 + \frac{70}{73} \cdot 0,23 = 0,98.$

Используя выражение (7.2), рассчитаем комплексный показатель качества геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ»:

$$Q = 0,97 \cdot 0,11 + 0,91 \cdot 0,19 + 0,78 \cdot 0,13 + 0,90 \cdot 0,27 + 0,98 \cdot 0,30 = 0,90.$$

Для перехода из абсолютной шкалы в шкалу порядка приемлемой для специалистов-практиков дорожного строительства [143], можно воспользоваться данными табл. 7.6.

Таблица 7.6 - Оценка уровня комплексного показателя качества геотекстильного полотна «Геоманит ДТ»

Значение КПК (по абсолютной шкале)	Уровень градации (по шкале порядка)	Оценка в баллах
0,76...1,00	Высокое	5
0,51...0,75	Хорошее	4
0,26...0,50	Удовлетворительное	3
0,00...0,25	Низкое	2

На основании данных, представленных в табл. 7.6, можно сделать вывод о том, что полученное значение $Q = 0,90$ соответствует высокому уровню (5 баллов) качества исследуемого геотекстильного полотна.

Для автоматизации расчета комплексного показателя качества была разработана специальная компьютерная программа [222], которая включает в себя следующие этапы (рис. 7.8):

- определение обобщенных показателей качества по группам назначения; надежности; эксплуатационные свойства; безопасности; экологичности;
- расчет комплексного показателя качества.

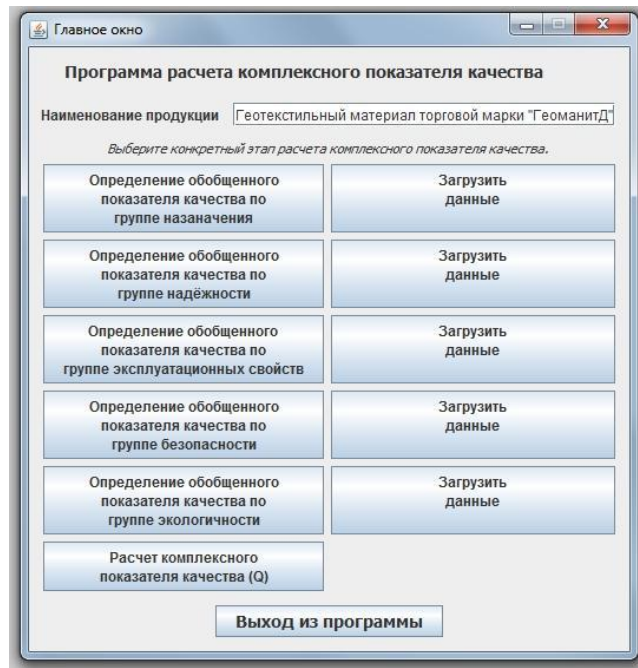


Рис. 7.8 – Общий вид главного окна по расчету комплексного показателя качества ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ»

В качестве примера рассмотрим расчет обобщенного показателя качества по группе надежности (рис. 7.9).

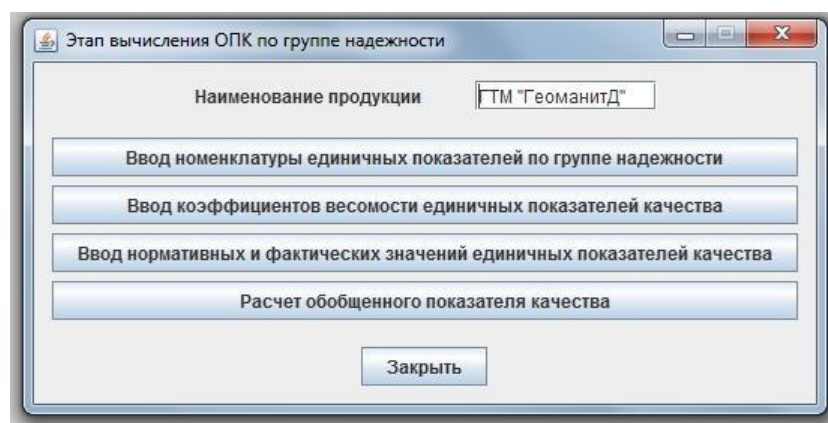


Рис. 7.9 – Окно этапа вычисление ОПК по группе надежности

Для расчета ОПК по группе надежности необходимо осуществить ввод и загрузку следующих данных (рис. 7.10 ... 7.12):

- номенклатуру ЕПК по группе надежности;
- коэффициентов весомости ЕПК;
- нормативных и фактических значений ЕПК.

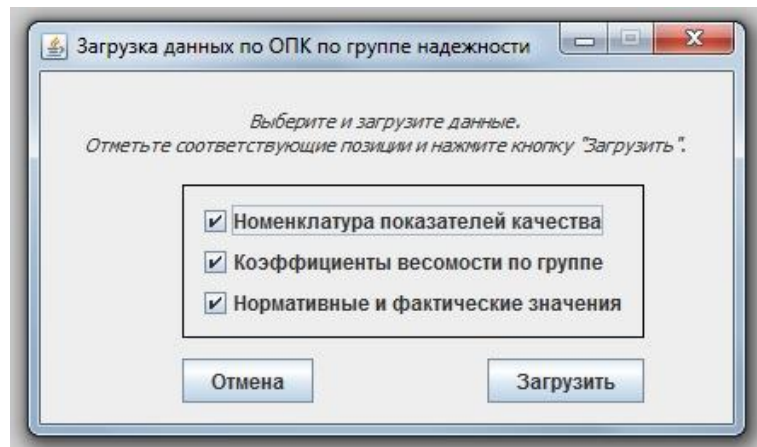


Рис. 7.10 – Окно загрузки данных по ОПК по группе надежности

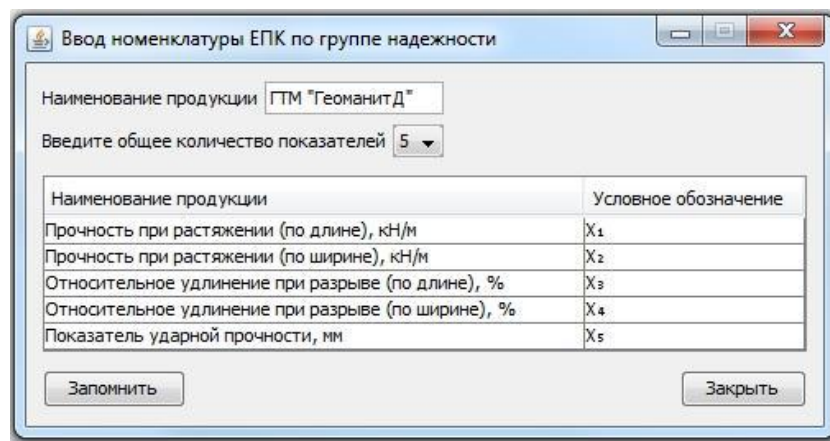


Рис. 7.11 – Окно ввода номенклатуры ЕПК по группе надежности

Расчет ОПК группы надежности

Предварительная информация

Количество значимых ЕПК

Номер ЕПК	1	2	3	4	5
Значение ЕПК	0,97	0,98	0,74	0,84	0,94
Коэффициент весомости ЕПК	0,32	0,29	0,14	0,12	0,13

Выберите необходимый способ усреднения для вычисления ОПК.

арифметический
 геометрический
 гармонический

Выполнить расчет

Значение ОПК

Сохранить Закрыть

Рис. 7.12 – Окно расчета ОПК по группе надежности

На заключительном этапе, используя полученные результаты значений обобщенных показателей качества, а также коэффициенты весомости по каждой группе, осуществляем расчет комплексного показателя качества ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ» (рис. 7.13).

Расчет КПК продукции

Предварительная информация

Значение обобщенного показателя качества по группам

ОПК по группе назначения	Загрузить данные
ОПК по группе надежности	Загрузить данные
ОПК по группе эксплуатационных свойств	Загрузить данные
ОПК по группе безопасности	Загрузить данные
ОПК по группе экологичности	Загрузить данные
Коэффициент весомости по группам ОПК	Загрузить данные

Выполнить расчет

Значение $Q = 0,90$ - высокий уровень градации качества

Сохранить Закрыть

Рис. 7.13 – Окно для расчета комплексного показателя качества

Основные достоинства данной компьютерной программы заключаются в снижении трудоемкости расчетов и возможности поэтапного определения обобщенного показателя качества по каждой группе, входящих в комплексную оценку. Кроме этого программа учитывает различные требования потребителей продукции и дает возможность широко варьировать исходными данными, т.е. проектировать необходимый уровень качества анализируемой продукции.

7.5. Разработка аналитического метода ранжирования показателей качества геотекстильных материалов для использования в дорожном строительстве

Для решения проблемы проектирования качества геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве, а также при комплексной оценке их качества, наиболее ответственным этапом является установление не только номенклатуры единичных показателей качества, но и установление их весомости. Применяемые для этой цели методы [220] основаны на использовании опыта мнения экспертов, что вносит определенную погрешность из-за субъективности оценок. Уменьшить эту погрешность позволяют математические методы ранжирования, однако и они требуют соответствующей методической проработки для конкретного вида геотекстильной продукции, чтобы исключить психологический барьер в их применении [223].

Наиболее объективным методом установления зависимости между комплексным показателем и единичными показателями качества, входящими в его состав, является метод корреляционно-регрессионного анализа, основанный на обработке полученных экспериментальных данных. Наличие корреляционно-регрессионной зависимости между установленными единичными показателями качества определяется следующими этапами:

– отбор экспериментальных данных по установленной номенклатуре единичных показателей качества, включая также прогнозируемое значение комплексного показателя качества;

- составление уравнения регрессии и вычисление его коэффициентов;
- оценка точности полученного уравнения регрессии.

Отметим, что уравнением регрессии в математической статистике [224] называется уравнение, устанавливающее связь между независимыми переменными (факторами) и средним значением зависимой переменной (функцией). Если среднее значение зависимой переменной является функцией двух и более независимых переменных, то уравнение называется уравнением множественной регрессии. При выборе учитываемых показателей (факторов) следует руководствоваться логически-профессиональным анализом, обращая внимание на физическую природу причинно-следственных связей между факторами. Включение в формулу факторов, связь которых нельзя объяснить ни логически, ни профессионально, приведет к ошибочной модели. Кроме того, выбираемые показатели не должны находиться между собой в функциональной или близкой к ней связи. Важным условием является представление всех учитываемых показателей в единой измерительной шкале.

При отборе статистических данных необходимо обеспечить независимость результатов наблюдений по исследуемым объектам и представительность выборочных данных. Если количество объектов невелико (менее 30), то для процесса измерения следует принять все данные. При большом числе объектов следует применить методы случайного отбора (метод наибольшей объективности «вслепую», систематический отбор, отбор с использованием таблицы случайных чисел).

Для формирования методики ранжирования ЕПК аналитическим методом рассмотрим группу показателей надёжности ГТМ торговой марки «Геоманит ДТ».

В соответствии с данными табл. 7.4 введем кодированное обозначение следующих ЕПК: X_1 – разрывная нагрузка (по длине), кН/м; X_2 – разрывная нагрузка (по ширине), кН/м; X_3 – относительное удлинение (по длине), %; X_4 – относительное удлинение (по ширине), % и X_5 – показатель ударной прочности, мм.

В качестве базовых (нормативных) значений $(\|X_i\|)$ для показателей $X_1 \dots X_4$ – использовали максимальное, а для X_5 – минимальное значения, т.е. лучшие значения из данной совокупности значений для исследуемых показателей качества, которые были получены в результате лабораторных измерений [225].

Для построения обобщенного показателя надёжности (*ОПН*) использовали арифметический способ усреднения в виде:

$$ОПН = \sum_{i=1}^5 \left(X_i / \|X_i\| \right)^{sgnb} \cdot \alpha_i, \quad (7.5)$$

где $X_i, \|X_i\|$ – соответственно фактическое и базовое значения i -го единичного показателя надёжности (*ЕПН*);

$$sgnb = \begin{cases} +1, & \text{если } X_i < \|X_i\|, \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\|, \\ 0, & \text{если } X_i = \|X_i\|; \end{cases}$$

α_i – коэффициент весомости i -го единичного показателя группы показателей надёжности.

Дополнительно, наложим ограничения: $\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 1$; и $(ОПН)_{max} = 1$;

$(ОПН)_{min} = 0$.

Для формирования уравнений множественной регрессии между *ОПН* и ЕПК предварительно с использованием данных табл. 7.7 рассчитаем значения $(ОПН)_{расч}$. Для этого предварительно рассчитаем коэффициенты весомости экспертным методом [223]: $\alpha_1 = 0,32$, $\alpha_2 = 0,29$, $\alpha_3 = 0,14$, $\alpha_4 = 0,12$, $\alpha_5 = 0,13$, при котором значение $(ОПН)_{расч}$ будет в определенных условиях отличается от $(ОПН)_{факт}$. Данные расчета приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7 – Числовые значения испытаний нетканых инглопробивных геотекстильных полотен торговой марки «Геоманит ДТ» поверхностной плотности 350 г/м²

Номер испытания	Значения единичных показателей качества					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$OПН_{расч.}$
1	10,7	11,8	73,0	75,3	17	0,810
2	11,8	12,9	77,2	84,1	14	0,902
3	12,3	12,2	79,3	83,3	15	0,890
4	11,8	12,9	77,8	84,1	16	0,881
5	10,5	12,1	71,9	82,4	14	0,854
6	11,5	12,6	78,0	85,4	15	0,885
7	11,1	12,1	75,4	82,9	17	0,842
8	10,9	11,6	73,5	73,2	15	0,822
9	11,6	12,5	79,3	90,3	17	0,880
10	12,9	13,1	88,4	95,8	12	1,000
...
46	10,8	12,0	74,1	83,5	16	0,843
47	12,1	12,5	78,8	88,3	14	0,912
48	10,7	11,8	78,9	79,1	15	0,698
49	10,9	11,8	73,8	79,7	15	0,843
50	11,9	13,1	77,3	94,4	14	0,928
<i>Значения статистических характеристик</i>						
Минимальное значение (X_{min})	10,50	11,60	71,90	73,20	12,00	0,667
Максимальное значение (X_{max})	12,90	13,10	88,40	94,40	18,00	1,000
Среднее значение (\bar{X}_i)	11,28	12,22	74,38	84,06	15,06	0,804
Среднее квадратическое отклонение (σ_{X_i})	0,002	0,001	0,011	0,003	0,006	0,006

В дальнейшем натуральные значения X_i и $\|X_i\|$ переведем в относительные единицы в соответствии с записью $(q_x)_i = X_i/\|X_i\|$, если $X_i \leq \|X_i\|$; или $(q_x)_i = \|X_i\|/X_i$, если $X_i > \|X_i\|$.

Для построения корреляционной матрицы, необходимой для определения коэффициентов регрессионных уравнений (см. табл. 7.8), использовали выражение для парной корреляции [185], где предварительно вычисляли коэффициенты парной корреляции между выбранными относительными единичными показателями качества q_{x_i} и комплексным показателем $OПН$ в соответствии с выражением:

$$r_{X_i, X_{i-1}} = \frac{1}{(\sigma_x)_i (\sigma_x)_{i-1}} \sum_{j=1}^t [(X_i)_j - \bar{X}_i] [(X_{i-1})_j - \bar{X}_{i-1}]. \quad (7.6)$$

Таблица 7.8 - Корреляционная матрица взаимосвязи относительных показателей группы надёжности

Относительные показатели	Коэффициенты парной корреляции					
	ОПН	$(q_x)_1$	$(q_x)_2$	$(q_x)_3$	$(q_x)_4$	$(q_x)_5$
ОПН	1,00					
$(q_x)_1$	0,93	1,00				
$(q_x)_2$	0,87	0,77	1,00			
$(q_x)_3$	0,89	0,92	0,73	1,00		
$(q_x)_4$	0,84	0,69	0,84	0,69	1,00	
$(q_x)_5$	0,60	0,43	0,30	0,38	0,35	1,00

Уравнение регрессии предварительно ищем в стандартизованном масштабе [226]:

$$\hat{t}_{ОПН} = \sum_{i=1}^n \beta_i t_{(q_x)_i}, \quad (7.7)$$

где $t_{ОПН}, t_{(q_x)_i}$ – стандартизованные переменные: $t_{ОПН} = \frac{ОПН - \overline{ОПН}}{\sigma_{ОПН}}$,

$$t_{(q_x)_i} = \frac{(q_x)_i - \overline{(q_x)_i}}{\alpha_{(q_x)_i}}, \text{ для которых среднее значение равно нулю:}$$

$$\overline{t_{ОПН}} = \overline{t_{(q_x)_i}} = 0, \text{ а среднее квадратическое отклонение равно единице:}$$

$$\sigma_{t_{ОПН}} = \sigma_{t_{(q_x)_i}} = 1;$$

β_i – стандартизованные значения коэффициентов весомости ЕПК.

В дальнейшем, применяя метод наименьших квадратов к уравнению множественной регрессии в стандартизованном масштабе, получим систему нормальных уравнений в виде:

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 + 0,77\beta_2 + 0,92\beta_3 + 0,69\beta_4 + 0,43\beta_5 &= 0,93, \\ 0,77\beta_1 + \beta_2 + 0,73\beta_3 + 0,84\beta_4 + 0,30\beta_5 &= 0,87, \\ 0,92\beta_1 + 0,73\beta_2 + \beta_3 + 0,69\beta_4 + 0,38\beta_5 &= 0,89, \\ 0,69\beta_1 + 0,84\beta_2 + 0,69\beta_3 + \beta_4 + 0,35\beta_5 &= 0,84, \\ 0,43\beta_1 + 0,30\beta_2 + 0,38\beta_3 + 0,35\beta_4 + \beta_5 &= 0,60. \end{aligned} \right\} \quad (7.8)$$

Решив систему уравнений (7.8), получаем соответственно $\beta_1 = 0,37$; $\beta_2 = 0,24$; $\beta_3 = 0,14$; $\beta_4 = 0,20$ и $\beta_5 = 0,24$.

Значения весомости ЕПК «чистой» регрессии α_i связаны со стандартизованными значениями регрессии β_i следующим образом [226]:

$$\alpha'_i = \beta_i \frac{\sigma_{ОПН}}{\sigma_{(q_x)_i}}. \quad (7.9)$$

Тогда $\alpha'_1 = 0,0967$; $\alpha'_2 = 0,0748$; $\alpha'_3 = 0,0017$; $\alpha'_4 = 0,0206$; $\alpha'_5 = 0,0136$. В итоге окончательно получаем $\alpha_1 = 0,47$; $\alpha_2 = 0,36$; $\alpha_3 = 0,01$; $\alpha_4 = 0,10$; $\alpha_5 = 0,06$.

Проверку на статистическую значимость полученного уравнения множественной регрессии (7.8) осуществляли с помощью индекса множественной детерминации (R) [113].

$$R_{X_i, ОПН} = \sqrt{r_{X_1, ОПН} \beta_{X_1} + r_{X_2, ОПН} \beta_{X_2} + r_{X_3, ОПН} \beta_{X_3} + r_{X_4, ОПН} \beta_{X_4} + r_{X_5, ОПН} \beta_{X_5}}. \quad (7.10)$$

В результате получили, что $R_{X_i, ОПН} = 0,98$. Таким образом, данное значение максимально приближено к единице, что свидетельствует о тесной корреляционной связи между выбранными единичными показателями группы надёжности и их обобщенным показателем.

Рассчитаем обобщенный показатель группы надёжности с учетом коэффициентов весомости, полученных с помощью аналитического метода:

$$\begin{aligned} ОПК_{надеж.} &= \frac{11,0}{11,3} \cdot 0,47 + \frac{12,0}{12,2} \cdot 0,36 + \left(\frac{100}{74,4}\right)^{-1} \cdot 0,01 + \left(\frac{100}{84,1}\right)^{-1} \cdot 0,10 + \\ &+ \left(\frac{16,0}{15,1}\right)^{-1} \cdot 0,06 = 0,96. \end{aligned}$$

В табл. 7.9 представлены значения обобщенного показателя качества группы надёжности, полученные с помощью экспертного и аналитического методов.

Таблица 7.9 – Значения обобщенных показателей качества группы надежности

Метод ранжирования	Значения ЕПК					ОПК
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
Экспертный	0,32	0,29	0,14	0,12	0,13	0,91
Аналитический	0,47	0,36	0,01	0,10	0,06	0,96

Рассогласование значений полученных экспертным и аналитическим методом по обобщенному показателю надежности составило:

$$\Delta(OOP) = [(OPI)_{аналит.} - (OPI)_{эксперт.}] = 0,96 - 0,91 = 0,05 \text{ или в относительной погрешности } \delta(OOP) = \frac{\Delta(OOP)}{(OPI)_{аналит.}} = \frac{0,05}{0,96} = 0,052 \text{ или } 5,2\%.$$

7.6. Выделение новых результатов по главе

В разделе 1.5 было показано, что в практике оценки качества потребительской продукции последовательно сформировались следующие методологии. В текстильной промышленности для оценки качества готовых материалов и изделий выделяется обобщенная оценка качественная градация «Сорт» и соответствующие её уровни. Сорт определяется по совокупности физико-механических показателей и порокам внешнего вида. В строительстве оценка качества продукции осуществляется отдельно по каждому показателю качества без формирования обобщенной оценки. Таким образом, методология оценки качества, обусловленная существующими нормативными документами [87], устарела как в текстильной, так и в строительной индустрии, где не используют современные достижения в квалиметрии в оценке качества потребительской продукции. В направлении решения данной проблемы в главе были получены следующие новые результаты:

1. С использованием методов квалиметрии сформирована новая методология комплексной оценки качества геотекстильных материалов, которая включает следующие этапы:

- выделение групп показателей по функциональному признаку и их приоритетности;

- установление приоритетности групп показателей;

- формирование обобщенной оценки качества по каждой группе;

- построение комплексного показателя качества по шкале отношений;

- установление уровней градации качества по абсолютной шкале.

2. Разработан алгоритм комплексной оценки качества геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве.

3. Сформирована номенклатура показателей качества по выделенным группам показателей, а именно назначения, надежности, эксплуатационных показателей, экологичности и безопасности, как на уровне качественных характеристик (свойств), так и на уровне количественных показателей свойств.

4. С использованием методов корреляционно-регрессионного анализа предложен и апробирован аналитический метод ранжирования показателей качества по соответствующим группам показателей, который устраняет недостатки в субъективизме экспертных методов ранжирования. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении № 15043 от 11.11.2009 [175].

5. Разработана последовательность расчета обобщенных показателей по выделенным группам назначения, надежности, эксплуатационных показателей, экологичности и безопасности, а также комплексного показателя качества.

6. Составлена компьютерная программа расчёта комплексного показателя качества геотекстильного материала торговой марки «Геоманит ДТ». Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении № 21671 от 24.02.2016 г [222].

7. Разработан и внедрен на промышленном предприятии стандарт организации на методику комплексной оценки качества нетканых геотекстильных материалов (см. Приложение 3).

**ГЛАВА 8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УКЛАДКИ
ГЕОТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
И ВЫДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

**8.1. Построение алгоритма методики по оценке качества укладки
геотекстильного материала в земляное полотно
при строительстве автомобильных дорог**

Как было показано в разделе 1.3, нетканый геотекстильный материал торговой марки «Геоманит ДТ» предназначен для формирования земляного полотна при строительстве и ремонте автомобильных дорог и выполняет функцию разделения конструктивных слоев.

Технология укладки нетканого геотекстильного материала при формировании земляного полотна осуществляется в несколько этапов [90]:

На первом этапе осуществляются подготовительные работы, которые заключаются в подготовке поверхности для укладки геотекстильного материала (очистка основания земляного полотна от растений, выкорчевывание корней деревьев, выравнивание поверхности грунта).

На втором этапе происходит укладка нетканого геотекстильного материала (раскатка материала и укладка его внахлест шириной около 50 см).

На третьем этапе листы геотекстильного материала соединяют между собой сваркой, сшиванием или скрепляют скобами (пластиковыми или металлическими).

На четвертом этапе засыпают листы геотекстильного материала слоем песка и щебня и равномерно распределяют их с помощью строительной техники по поверхности материала.

И наконец, на заключительном этапе проводят уплотнение геотекстильного материала специальной строительной техникой.

Контроль качества дорожно-строительных работ с применением геотекстильных материалов регламентируется соответствующим нормативным документом [89], в котором представлены технические требования к применяемым геотекстильным материалам и регламентируются операции этапов укладки полотна [227]. Так как данный нормативный документ [89] предусматривает оценку качества дорожно-строительных работ в целом по всем этапам, то целесообразно отдельно выделить оценку качества работ, непосредственно связанных с технологией укладки исследуемого материала в земляное полотно [228]. Для решения этой проблемы необходима соответствующая методика, которая позволит оценить качество на всех этапах укладки геотекстильного материала. Общая методология оценки качества укладки нетканого геотекстильного материала в земляное полотно представлена на рис. 8.1.

Данный алгоритм состоит из последовательных операций, связанных с изучением нормативных документов и формированием стратегии по оценке качества укладки геотекстильных материалов. Оценка качества применяемого ГТМ основывается, прежде всего, на выполнении существующих технических требований и на результатах оценки качества нетканого геотекстильного материала.

При выполнении условия соответствия качества ГТМ установленным требованиям следующими операциями оценки являются:

- выявление показателей качества сформированного земляного полотна и укладки ГТМ;
- уточнение нормативных (базовых) значений показателей качества;
- установление весомости показателей качества на основании использования методов ранжирования;
- свертывание обобщенного показателя качества с помощью методов усреднения;
- проверка соответствия значения обобщенного показателя качества установленному уровню;

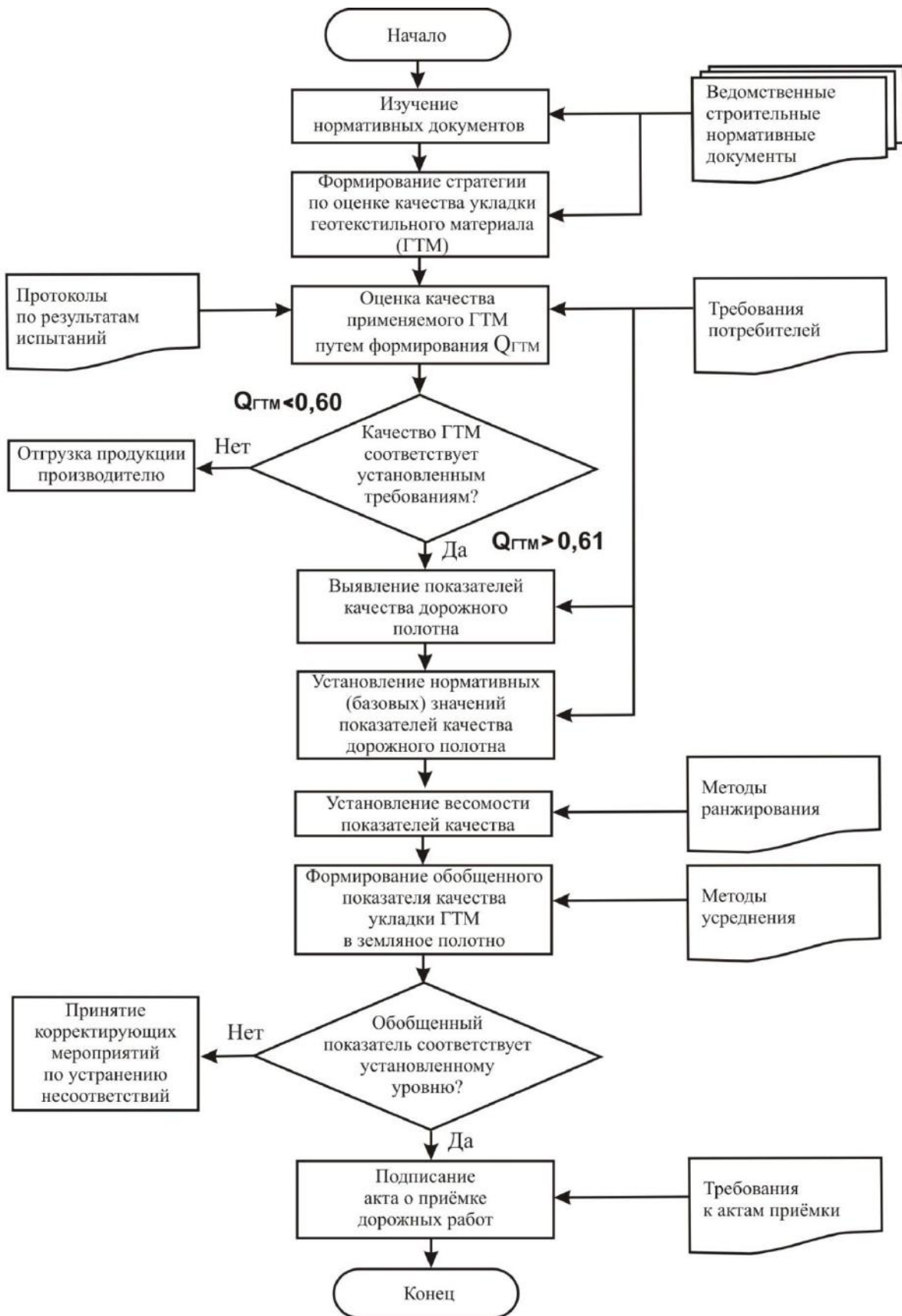


Рис. 8.1 – Блок-схема алгоритма оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно [229]

- при условии успешного выполнения последней операции, подписание акта о приёмке дорожных работ по укладке геотекстильного материала в земляное полотно.

В случае несоответствия качества ГТМ, предъявленным требованиям данный вид продукции отгружается предприятию-изготовителю. При выявлении нарушений, установленных нормативными требованиями в процессе формирования дорожного полотна, подрядчик работ предпринимает корректирующие мероприятия по их устранению [230].

8.2. Формирование обобщенного показателя для оценки качества укладки геотекстильного материала

В разделе 8.1 обоснована необходимость разработки методики по оценке качества укладки нетканого геотекстильного материала (ГТМ) в земляное полотно.

Согласно [89] при выполнении работ по укладке ГТМ контролируются следующие характеристики (показатели): поперечный уклон земляного полотна; плотность готового земляного полотна; ровность корыта и плотность грунта в нем; качество применяемого ГТМ; ровность раскладки ГТМ; ширину перекрытия смежных полотен; шаг и прочность соединения полотен скобами; толщину и качество уплотнения песчаного дренирующего слоя над ГТМ.

Согласно алгоритму, приведенному на рис. 8.1, основным этапом при формировании методики по оценке качества ГТМ является оценка качества применяемого нетканого геотекстильного материала [229]. Поэтому в разделе 7.4 диссертационного исследования была представлена методика по обобщенной оценке качества исследуемого нетканого иглопробивного геотекстильного полотна торговой марки «Геоманит ДТ».

При формировании обобщенного показателя качества укладки ГТМ использовали арифметический способ усреднения и модернизировали данное выражение

с учётом введения дискретной функции, характеризующей уровень качества используемого геотекстильного материала [64]:

$$ОПК = \left(\sum_{i=2}^{n-1} (q_x)_i \cdot \alpha_i \right) \cdot Q_{ГТМ}^* \leq 1 \quad (8.1)$$

где $(q_x)_i$ - относительная величина i -го единичного показателя качества при следующих условиях:

$$(q_x)_i = \begin{cases} \frac{X_i}{\|X_i\|} < 1 \text{ при } X_i < \|X_i\|, \\ \frac{\|X_i\|}{X_i} > 1 \text{ при } X_i > \|X_i\|, \\ \frac{X_i}{\|X_i\|} = 1 \text{ при } X_i = \|X_i\|. \end{cases}$$

α_i - коэффициент весомости i -го единичного показателя качества, определяемый из условия $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$.

Q^* - дискретная функция, характеризующая уровень качества геотекстильного материала и принимающая следующие значения:

$$Q_{ГТМ}^* = 1 \text{ при } Q_{ГТМ} \geq 0,61 \dots 1,00;$$

$$Q_{ГТМ}^* = 0 \text{ при } Q_{ГТМ} < 1,00 \dots 0,60.$$

Таблица 8.1 – Фактические и нормативные значения качества дорожно-строительных работ при укладке ГТМ

Показатель качества (X_i) и единица измерения	Кодированное обозначение	Значение показателя качества		Коэффициент весомости (α_i)
		нормативное	фактическое	
1	2	3	4	5
Комплексный показатель качества ГТМ, отн. ед.	$X_1 = Q_{ГТМ}$	$Q_{max} = 1$ $Q_{min} = 0$	0,94	-
Поперечный уклон земляного полотна, баллы	X_2	$(X_2)_{max} = 5$ $(X_2)_{min} = 1$	4	0,1
Плотность готового земляного полотна, отн. ед.	X_3	не ниже 0,98 ... 1,0	1,5	0,2

1	2	3	4	5
Ровность корыта и плотность грунта в нем, м	X_4	по ширине не более 0,05	0,03	0,2
Ровность раскладки ГТМ, баллы	X_5	$(X_5)_{max} = 5$ $(X_5)_{min} = 1$	4	0,1
Ширина перекрытия смежных полотнищ, см	X_6	1) при скреплении скобами не менее 10; 2) при сшивании не менее 5	при скреплении скобами 9	0,1
Шаг и прочность соединения полотен скобами, баллы	X_7	$(X_7)_{max} = 5$ $(X_7)_{min} = 1$	4	0,2
Толщина и уровень уплотнения песчаного дренирующего слоя над ГТМ, см	X_8	не менее 10	8	0,1

При определении коэффициентов весомости использовали экспертный метод ранжирования, а именно результаты опросов специалистов, работающих в дорожном строительстве.

В качестве примера приведем расчет обобщенного показателя качества укладки ГТМ, согласно данным, приведенным в табл. 8.1.

$$ОПК = \left[\frac{4}{5} \cdot 0,1 + \left(\frac{1,5}{1,0} \right)^{-1} \cdot 0,2 + \frac{0,03}{0,05} \cdot 0,2 + \frac{4}{5} \cdot 0,1 + \frac{9}{10} \cdot 0,1 + \frac{4}{5} \cdot 0,2 + \frac{8}{10} \cdot 0,1 \right] \cdot 1 = 0,71.$$

В заключительной стадии переводим полученное значение обобщенного показателя качества укладки ГТМ из абсолютной шкалы в шкалу порядка, а именно: 0,81...1,00 – высокое качество укладки; 0,61...0,80 – хорошее качество укладки; 0,01...0,60 – низкое качество укладки.

Для автоматизации процесса расчета обобщенного показателя качества укладки была разработана специальная программа [231]. На рис. 8.2. и 8.3 представлены основные окна этой программы.

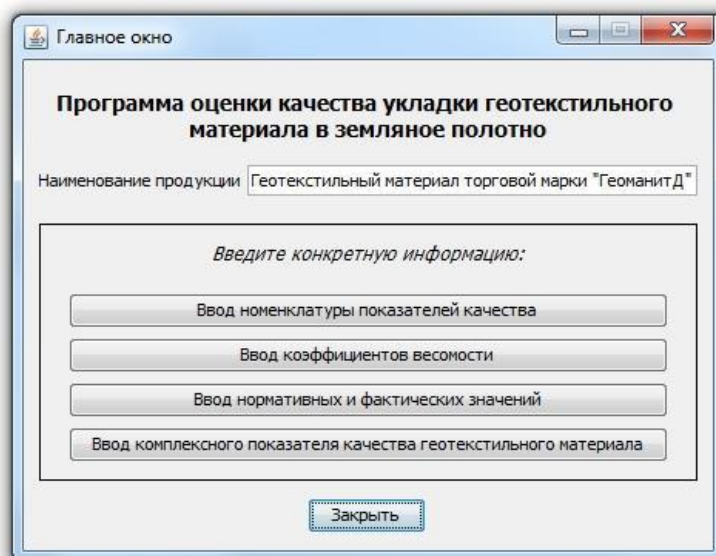


Рис. 8.2 – Окно последовательности операции вычисления обобщенного показателя качества укладки ГТМ в земляное полотно

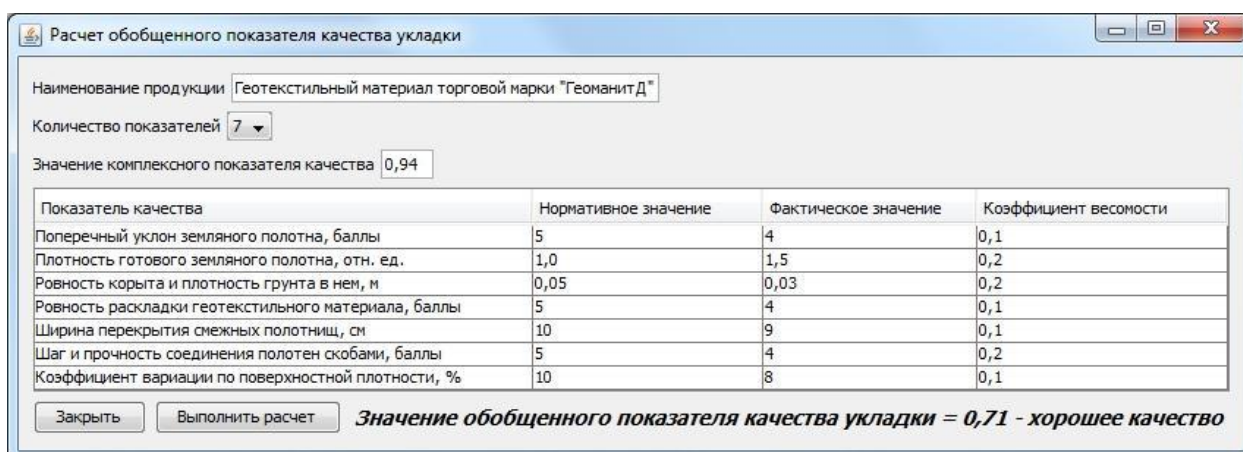


Рис. 8.3 – Окно для расчета обобщенного показателя качества укладки ГТМ в земляное полотно

8.3. Выделение затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетической продукции строительного назначения

В отечественной и зарубежной практике имеется значительный опыт применения геосинтетических (геотекстильных) материалов, где основными потребителями являются дорожная и железнодорожная отрасли, гражданское и гидротехническое строительство, строительство аэродромов [232]. Однако в силу сложив-

шейся внешней политической ситуации в российской экономике наблюдаются негативные тенденции снижения производства геосинтетических (геотекстильных) материалов. Данная ситуация уже отразилась на рынке ГТМ повышением стоимости сырья и, как следствие, стоимостью конечной продукции, финансирования ряда дорожных, нефтегазовых и других проектов [233]. Дополнительной проблемой, с которой сталкиваются строительные организации на этапе закупки, является некачественная продукция, применение которой нивелирует все преимущества ГТМ и дает повод для сомнений в их надежности и эффективности [146]. Повышение качества продукции за счет совершенствования технологии ее производства, применения современных средств контроля показателей качества требует дополнительных финансовых затрат. По этой причине для достижения требуемого уровня качества производимой продукции предварительно необходимо определить дополнительные затраты, связанные с повышением ее качества.

В нормативной литературе, в частности ИСО 9004-1-94 [234] (в новой редакции ИСО 9004-2009 [235]), предлагаются для определения затрат на обеспечение требуемого уровня качества использовать три подхода:

1) на основании установления затрат на качество, где затраты на качество в целом подразделяются на затраты, являющиеся результатом внутренней хозяйственной деятельности, и на затраты на внешние работы;

2) нахождении затрат, связанных с анализом самих процессов производства продукции, где определяется стоимость соответствия и несоответствия отдельного процесса;

3) с учетом определения потерь вследствие низкого качества, где основное внимание уделяется внутренним и внешним потерям вследствие низкого качества и определению материальных и нематериальных потерь.

В дальнейшем с учетом первого подхода выделяли рекомендации по затратам на обеспечение качества геосинтетических материалов в соответствии с требованиями [236], где классификацию затрат подразделяют на две группы:

- затраты на соответствие требованиям качества (это затраты на предупредительные меры по контролю качества и затраты на стандарты (нормы) по качеству для обеспечения их работ);

- затраты на отказы технологического оборудования, ведущие к снижению прибыли предприятия, независимо от того, чем они были вызваны.

С учетом рекомендаций [236] и в соответствии с жизненным циклом продукции выбираем первую группу (затраты на соответствие требованиям качества). И в этом направлении выделяем затраты на соответствующие этапы её производства: планирование (проектирование) качества, контроля качества входного сырьевого потока, контроля производственных процессов, контроля качества готовой продукции, контроля качества работ с применением геосинтетических материалов.

В дальнейшем на каждом этапе определяли локальные затраты на осуществление отдельных операций контроля качества. Например, на этапе контроля производственных процессов используется современная методология [52], связанная с формированием оптимального плана контроля на основе созданного для этой цели полного плана контроля, определения технологической результативности (или эффективности) каждого процесса, установления значений параметров оборудования для оценки его технического состояния. Таким образом, формируется «дерево затрат» [237] на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетических материалов, представленное в табл. 8.2.

Таблица 8.2 - Структура затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетических материалов

Затраты на обеспечение качества		Методическое обеспечение
процесса	операции	
1	2	3
Проектирование требуемого уровня качества	Систематизация требований потребителей к качеству ГТМ	[154]
	Формирование базы данных по свойствам ГТМ	[198]
	Разработка методики проектирования качества ГТМ	[143]
	Создание штрих-кода о качестве ГТМ	[238]

1	2	3
Входной контроль качества исходного сырья	Контроль качества полиэфирных (полиамидных) волокон	[239]
	Осуществление кодирования и идентификации полуфабрикатов для их прослеживаемости	[174]
Контроль качества в процессах производства продукции	Формирование полного плана контроля	[187]
	Установление целевых функций технологического контроля	[51]
	Построение фактического плана технологического контроля	[52]
	Разработка методики определения технологической результативности (эффективности) процесса	[240]
Контроль качества готовой продукции	Совершенствование номенклатуры показателей качества	[241]
	Установление базовых значений показателей качества	[195]
	Разработка новых методов и средств контроля	[207]
	Построение стандартов организации на МВИ	[242]
Контроль качества работ с применением ГТМ	Формирование обобщенного показателя для оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно	[222]

В табл. 8.2 также приведены конкретные инновационные решения, позволяющие осуществить на практике реализацию отдельных операций технологического контроля качества продукции с одновременным анализом соответствующих затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетических (геотекстильных) материалов.

8.4. Выделение рекомендаций по нормативному обеспечению процессов проектирования, мониторинга и оценки качества геотекстильных материалов строительного назначения

Основной проблемой, с которой сталкиваются строительные организации на этапе закупки исходных материалов это наличие на потребительском рынке контрафактной, некачественной продукции, применение которой нивелирует все преимущества ГТМ и дает повод для сомнений в их надежности и эффективности. Наличие или возможность использования контрафактной продукции является не-

готивным фактором, связанным с дальнейшей безопасностью (повреждением автомобильных дорог) и вытекающих из этого последствий (потери человеческих жизней).

Для решения данной проблемы необходимо, в первую очередь, сделать акцент на предъявляемые требования к качеству ГТМ. Процесс проектирования дорожных объектов должен начинаться с установления входных требований к качеству геотекстильного материала, заложенного в проекте, и применяемых ограничений по сырьевому составу, в зависимости от выполняемых функций [146]. В связи с этим необходимо выявить и систематизировать положения отечественных и зарубежных нормативных документов, определяющих номенклатуру показателей качества и требования, установленные к ГТМ.

Номенклатура контролируемых показателей и методы испытаний ГТМ, в том числе и геосинтетических материалов различаются в зависимости от области применения: армирование, фильтрация, разделение и др., поэтому их подразделяют на общие и специальные [243].

Общие показатели используются и определяются для всех типов, видов и структур ГТМ независимо от выполняемых ими функций. К ним относятся: природа и состав сырья; поверхностная плотность (масса 1 м^2); толщина при определенном давлении; разрывные характеристики (прочность при растяжении и разрыве), а также относительное удлинение при растяжении, максимальной нагрузке и разрыве.

В зависимости от функционального назначения используются специальные показатели, а именно: прочность при продавливании, раздирании и расслаивании; устойчивость к конусному погружению; водоупорность; водопроницаемость; коэффициент фильтрации; устойчивость к УФ-облучению; морозостойкость при циклическом замораживании и оттаивании; гибкость при температуре минус $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$; коэффициент трения с грунтом; устойчивость к агрессивным средам; устойчивость к воздействию микроорганизмов и т.д.

Широкая область применения ГТМ, включающая в том числе строительство и ремонт железных и автомобильных дорог, прокладку трубопроводов, ланд-

шафтное и гидротехническое строительство обуславливает необходимость дальнейшей разработки номенклатуры показателей, методов испытаний и свойств с учетом функционального назначения. Так, ГТМ, используемые в качестве армирующих слоев, отличаются по номенклатуре показателей и свойствам от материалов, выполняющих дренирующие, фильтрующие и разделительные функции в строительстве и ремонте дорог, а также других сооружений [216].

На сегодняшний день при оценке качества ГТМ применяется методология [219], операции и основные недостатки которой рассмотрены в разделе 7.1. В том же разделе представлена новая методология оценки качества, которая основана на:

- формировании концепции «чувствительной» комплексной оценки качества, дополняющей оценку по отдельным показателям;
- выделении определяющих ЕПК по наиболее важным группам: назначения, надежности, эксплуатационные и т.д.;
- установление соответствующих уровней градации качества по шкале порядка.

Также важным направлением исследования ГТМ является разработка и внедрение в практику методов испытаний и соответствующих приборов [244], [245]. Однако, эти работы ведутся разрозненно. На практике каждое ведомство (Росавтодор, Газпром, РЖД) разрабатывает и внедряет свои методы испытаний на одни и те же типы и структуры ГТМ. В то время как стандарты на методы испытаний ГТМ, регламентированные в стандартах ИСО, ЕН распространяются на все виды материалов и изделий из них независимо от отраслевой принадлежности и функционального назначения [246].

Специалисты лаборатории ОАО «НИИ нетканых материалов» (г. Серпухов Московской области) в течение 2013-2014 годов принимали участие в разработке и утверждении стандартов на методы испытаний ГСМ, гармонизированные со стандартами ИСО и ЕН, а именно:

- ГОСТ ИСО 9862-2014. Материалы геосинтетические и связанные с ними изделия. Отбор объединенных проб и подготовка единичных проб для испытаний.

- ГОСТ ИСО 9863-1-2014. Материалы геосинтетические и связанные с ними изделия. Метод определения толщины при заданных значениях давления. Часть I Материалы геосинтетические однослойные.

- ГОСТ ИСО 9864-2014. Материалы геосинтетические и связанные с ними изделия. Метод определения поверхностной прочности.

- ГОСТ Р ИСО 13433-2014. Материалы геосинтетические и связанные с ними изделия. Метод определения перфорации при динамической нагрузке (испытание падающим конусом).

- ГОСТ Р ИСО 10320-2014. Материалы геосинтетические и связанные с ними изделия. Идентификация на месте.

Следует отметить, что система нормативно-технической документации в области обращения геосинтетических материалов в дорожном строительстве является одним из важных аспектов, регулирующих как конкуренцию на рынке, так и уровень качества используемой продукции [247], [248].

На сегодняшний день в дорожном хозяйстве действуют следующие отраслевые дорожные методические документы (ОДМ):

- ОДМ «Методические рекомендации по применению технологии армирования асфальтобетонных покрытий рулонными базальтоволокнистыми материалами при строительстве и ремонте автомобильных дорог». (Распоряжение № ОС-333-р Росавтодор 11.09.2011);

- ОДМ 218.5.003-2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог;

- ОДМ 218.5.002-2008. Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов;

- ОДМ 218.5.001-2009. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте автомобильных дорог;

- ОДМ 218.005-2010. Классификация, термины и определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству;

- ОДМ 218.5.006-2010. Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли;
- ОДМ 218.032-2013. Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными решетками (геосотами).

Часть из действующих ОДМ уже морально устарела в связи с внедрением современных технологий и методов в дорожном строительстве. В 2010 году на основе европейского опыта были разработаны ОДМ 218.5.003-2010 и ОДМ 218.5.002-2008, которые положили начало систематизации требований и легли в основу следующих национальных стандартов на геосинтетические (геотекстильные) материалы:

- ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения (гармонизирован с ISO 10318:2005 [249]);
- ГОСТ Р 55029-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования (гармонизирован с EN 15381:2008 [250]).

За последние годы появились новые разработки нормативных документов:

- ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве.
- ОДМ 218.2.047-2014. Методика оценки долговечности геосинтетических материалов, используемых в дорожном строительстве.

Следует отметить и стандарты, вводимые в действие с 01.06.2015:

- ГОСТ Р 55338-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования нижних слоев основания. Технические требования (гармонизирован с EN 13249- 2005 [251]).
- ПНСТ 20-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дренирования. Общие технические условия (Дренирование – сбор и перенос осадков, грунтовой воды и другой жидкости в плоскости материала).

Несмотря на положительную динамику стандартизации ГТМ, имеются серьезные разночтения на уровне классификации и в понимании ключевых терминов. В частности, в документе [85] определяет георешетку как «объемный складывающийся ячеистый модуль, состоящий из полимерных полос, соединенных между собой, как правило, в шахматном порядке при помощи экструзии, прессования, сварки, литья под давлением или другими способами». Исходя из этого, георешетку нельзя отнести к геотекстильным материалам. В то же время согласно ГОСТ Р 55028-2012 [81], георешетка - это плоский геосинтетический материал, имеющий сквозные ячейки правильной формы, размер которых превышает толщину ребер, образованный путем экструзии, склеивания, термосклеивания или переплетения ребер, противостоящий растяжению (внешним нагрузкам), и выполняющий роль усиления конструкции. Таким образом, можно сделать вывод о том, что потенциально георешетка может иметь родство с геотекстилем. Данные расхождения проявляются в неправомерном отнесении тех или иных материалов к конкретным классификационным группам, например, ГОСТ Р 55028-2012 относит нетканые георешетки (ГР-ГТ-НТ) к типу геотекстиля. Кроме того, в [81] отсутствует классификационный тип «геотекстилеподобных материалов», который предусмотрен в терминологическом стандарте [85].

Причиной несогласованности действующей классификации является попытка ее разработчиков объединить в нескольких признаках объекты, принципиально отличающиеся по своей природе. Представляется, что такой подход противоречит известным правилам классификации, а дальнейшее развитие нормативных документов в области геосинтетических (геотекстильных) материалов требует структурного изменения сложившейся системы классификации.

Таким образом, разработка комплекса новых документов, с учетом существующих и отменой устаревших, позволяет вывести отечественную нормативную базу по геосинтетическим (геотекстильным) материалам на новый, более качественный уровень – национальный уровень в части технических требований и методов испытаний, гармонизированных с зарубежными документами [247].

В заключении следует отметить, что решение проблем, связанных с совершенствованием стандартизации основных характеристик и разработкой современной методологии оценки и проектирования качества ГТМ, позволит промышленным предприятиям выпускать более качественную и конкурентоспособную продукцию [4].

8.5. Выделение новых данных по главе

Методическое и информационное обеспечение производства конкурентоспособных геотекстильных материалов для строительства автомобильных дорог должно осуществляться на всех этапах жизненного цикла производимой продукции, т.е. от её проектирования до практической эксплуатации.

На этапе укладки геотекстильного материала в земляное полотно с известным уровнем её качества также необходимо соблюдение условий по качественному выполнению всех строительных работ. Кроме этого для обеспечения определенного уровня конкурентоспособности самого промышленного предприятия, а также выпускаемой им продукции, необходимо выделение и ранжирование экономических затрат на обеспечение требуемого уровня качества потребительской продукции.

Полученные научно-технические результаты по методическому обеспечению производства конкурентоспособных геотекстильных материалов в итоге должны трансформироваться в соответствующие нормативные документы различного уровня (национальные и отраслевые стандарты, стандарты организаций), методические инструкции (рекомендации), а научно-технические результаты по информационному обеспечению требуемого уровня качества продукции должны быть защищены и реализованы в патенты на изобретения (полезные модели), в свидетельства на программы и базы данных для ЭВМ.

По исследованиям, приведенным в данной главе, получены следующие результаты:

1. Разработана и апробирована методика по оценке качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно. Приоритетность данной методики подтверждена свидетельством о программном обеспечении №21724 от 22.03.2016 [231].

2. Выделены и ранжированы экономические затраты на всех этапах жизненного цикла исследуемого геотекстильного материала.

3. Сформированы рекомендации необходимости разработки национальных и отраслевых стандартов в направлении установления номенклатуры показателей качества, определение их нормативных значений, методологии оценки качества геотекстильных материалов.

4. Разработаны проекты стандартов организации на методику оценки качества нетканых геотекстильных материалов и методику выполнения измерений характеристик неравномерности поверхностной плотности холста ГТМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертационном исследовании разработано методологическое и информационное обеспечение организации производства ГТМ для дорожного строительства, выполненное на основе принципа декомпозиции адаптивной системы принятия решений, опирающейся на согласованные квалиметрические критерии оценки эффективности процессов планирования и производства высококачественных ГТМ строительного назначения в направлениях: количественной оценки конкурентных преимуществ, конкурентного потенциала, результативности СМК и ассортиментной политики промышленного предприятия; проектирования качества продукции с учетом требований потребителей (специалистов в области дорожного строительства); научно обоснованной организации системы технического контроля для производства высококачественной продукции; количественного подхода в оценке качества готовой продукции, а также в формировании номенклатуры, методов ранжирования, нормирования и измерения единичных показателей качества; оценки качества укладки ГТМ в земляное полотно.

2. Для промышленных предприятий по производству строительных (геотекстильных) материалов предложена одна из форм технического аудита по определению уровня их конкурентоспособности, а именно: разработаны алгоритмы и методики по количественной оценке конкурентного преимущества, потенциала и результативности СМК, которые позволяют выявить внешние и внутренние факторы, влияющие на деятельность предприятия по сравнению с предприятиями-конкурентами. Для дополнительной оценки конкурентоспособности промышленного предприятия предложено выделить отдельную составляющую формируемого ассортимента и ввести понятие «конкурентоспособный ассортимент», осуществить его декомпозицию на отдельные свойства, а также разработать методику расчета определяющих показателей.

3. Предложены новые операции и программное обеспечение для реализации методики по проектированию требуемого уровня качества ГТМ с учетом гидро-

геологических условий района проложения автомобильной дороги и требований специалистов в области дорожного строительства.

4. Разработана и реализована стратегия формирования фактического плана контроля технологических процессов для производства высококачественных ГТМ строительного назначения на основе построения и оптимизации полного плана контроля и определения технологической результативности основных процессов.

5. Предложен новый подход формирования номенклатуры показателей качества ГТМ, основанный на учете технологических и эксплуатационных воздействий на нетканый геотекстильный материал, предназначенный для укладки в земляное полотно при ремонте и строительстве автомобильных дорог. В рамках данного подхода разработаны методы корректировки и установления нормативных (базовых) значений показателей качества ГТМ на основе теоретических положений ряда предпочтительных чисел и параметров закона распределения экспериментальных данных.

6. Разработан экспресс-метод контроля характеристик неравномерности поверхностной плотности полуфабриката формируемого холста ГТМ строительного назначения, включающий операции получения цифрового изображения пробы, его бинаризации и фиксации результата оценки изменения структурных характеристик как в радиальном, так и в секториальном направлениях. Усовершенствованы операции методов для испытания готовой продукции, а именно при определении показателя прочности при ударе и формировании комплексного (обобщенного) показателя механических свойств.

7. С использованием корреляционно-регрессионного анализа предложен и апробирован аналитический метод ранжирования показателей качества по соответствующим группам показателей, который устраняет недостатки в субъективизме экспертных методов ранжирования.

8. С использованием методов квалиметрии сформирован новый подход комплексной оценки качества ГТМ, применяемых в дорожном строительстве, который включает этапы выделения групп показателей по функциональному признаку, установление приоритетности групп показателей, формирование обобщен-

ной оценки качества по каждой группе, построение комплексного показателя качества по абсолютной шкале, а также установление уровней градации качества по шкале порядка.

9. Для поэтапного контроля выполнения установленных норм и требований процессов дорожного строительства разработана и апробирована методика по оценке качества укладки ГТМ в земляное полотно.

10. Выделены и ранжированы экономические затраты на всех этапах жизненного цикла ГТМ, используемых в дорожном строительстве, а также сформированы рекомендации о необходимости разработки национальных и отраслевых стандартов в направлении формирования номенклатуры показателей качества, установления их нормативных значений, комплексной оценки качества строительных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотин, С.А. Организация строительного производства / С.А. Болотин, А.Н. Вихров. – М.: Издательский центр «Академия». 2007. – 208 с.
2. Хрусталева, Б.Б. Экономика, организация и управление предприятиями строительного комплекса. – Пенза: ПГУАС, 2006. – 224 с.
3. Овсянникова, Т.Ю. Экономика строительного комплекса: Экономическое обоснование и реализация инвестиционных проектов / Т.Ю. Овсянникова. – Томск.: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2004. – 239 с.
4. Федосов, С.В. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве / С.В. Федосов, П.И. Поспелов, Т.О. Гойс, Н.А. Грузинцева, А.Ю. Матрохин, Б.Н. Гусев // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. - №1. С. 101-106.
5. Черемсина, И.В. Строительный комплекс в структуре эколого-экономической системы / И.В. Черемсина // Вестник Югорского государственного университета. – 2012. - №2. – С. 54-56.
6. Основные тезисы послания президента России Владимира Путина Федеральному собранию [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.bfm.ru/news/280547> (Дата обращения 02.06.2016).
7. Грузинцева, Н.А. Современные модели развития текстильной промышленности Ивановской области: фундамент традиций и образ будущего: коллективная монография / Н.А. Грузинцева. – Иваново: Иван. гос. текст. академия, 2012. - 350 с.
8. Фатхутдинов, Р.А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М. Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 892 с.
9. Минько, Э.В. Качество и конкурентоспособность / Э.В. Минько, М.Л. Кричевский. – СПб.: Питер, 2004. – 268 с.

10. Егорова, Л.С., Макарычев А.А. Управление конкурентоспособностью предприятия / Л.С. Егорова, А.А. Макарычев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2008, №6, С. 316-322.
11. Баумгартен, Л.В. Анализ методов определения продукции организации и продукции / Л.В. Баумгартен // Маркетинг в России и за рубежом. 2005. - №4. – С. 30-36.
12. Сабецкая, Г.Р. Система показателей конкурентоспособности потребительских товаров / Г.Р. Сабецкая // ЭКО. – 2000. - №4. - С. 87-92.
13. Еремин, В.Н. Маркетинг: основы и маркетинг информации / В.Г. Еремин. – Иваново: Иван. гос. ун-т. - 2002. – 700 с.
14. Самочкин, В.Н. Повышение конкурентоспособности машиностроительных предприятий за счет достижения заданных конкурентообеспечивающих технико-экономических показателей / В.Н. Самочкин // Маркетинг в России и за рубежом. – 2011. - №1. - С. 74-81.
15. Целикова, Л.В. Конкурентоспособность рынка кожаной обуви в республике Беларусь / Л.В. Целикова // Маркетинг. – 2000. - №3. - С. 47-55.
16. Максимова, И. Оценка конкурентоспособности промышленного предприятия / И. Максимова // Маркетинг. – 1996. - №3. - С. 33-39.
17. Гайнанов, Д.А. Экономико-математическая модель оценки конкурентоспособности предприятия / Д.А. Гайданов, Г.Р. Гузаирова // Вестник УГАТУ. – 2011. - №5. - Т.14. - С. 243-246.
18. Кротков, А.М. Конкурентоспособность предприятия: подходы к обеспечению, критерии, методы оценки / А.М. Кротков, Ю.Я. Еленева // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. - №6. – С. 46-54.
19. Михеева, С.В. Новый метод оценки конкурентоспособности предприятий / С.В. Михеева // Стандарты и качество. – 2004. - №6. - С. 74-77.
20. Пименов, В. Формирование конкурентной стратегии предприятия / В. Пименов, В. Березин // Стандарты и качество. – 2002. - №6. - С. 62-65.
21. Боровских, Н. Конкурентные стратегии: методология формирования и развития / Н. Боровских // Маркетинг. – 2005. - №2. - С. 37-48.

22. Каплина О. Оценка конкурентоспособности предприятия на основе процессного подхода / О. Каплина, Д. Зайченко // Маркетинг. – 2005. - №4. - С. 24-38.
23. Философова, Т.Г. Конкуренция и конкурентоспособность / Т.Г. Философова, В.А. Быков. – М.: ЮНИТИ-ДИАНА. - 2007. – 207 с.
24. Бурулев, Е.С. Управление конкурентоспособностью предприятия: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Бурулев Евгений Сергеевич. - Екатеринбург, 2006. – 172 с.
25. Морозова, Т.С. Управление конкурентоспособностью промышленных предприятий в современных экономических условиях: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Морозова Татьяна Станиславовна. - Нижний Новгород, 2006. – 164 с.
26. Лифиц, И.М. Формирование и оценка конкурентоспособности товаров и услуг / И.М. Лифиц. – М.: Юрайт-Издат, 2004. – 335 с.
27. Гурков, И.Б. Тенденции изменения конкурентоспособности отечественной продукции / И.Б. Гурков, Н.Л. Титова // Маркетинг. - 1997. - №1. - С. 21-22.
28. Багиев, Г.Л. Маркетинг. Учебник для вузов / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн. –М.: ЗАО «Издательство «Экономика»», 2001. – 718 с.
29. Акулич, М.В. Анализ конкурентоспособности продукции в аспекте взаимоотношений с потребителями / М.В. Акулич // Маркетинг. -2003. - №3. - С. 33-43.
30. Воронов, А.А. Моделирование конкурентоспособности продукции / А.А. Воронов // Стандарты и качество. – 2004. - №11. - С. 44-47.
31. Лобанов, М.М. Основные принципы оценки конкурентоспособности продукции / М.М. Лобанов, Ю.М. Осипов // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. - №6. – С.18-26.
32. Фасхиев, Х.А. Методика оценки конкурентоспособности автомобилей / Х.А. Фасхиев, А.А. Гусева // Автостандарт. – 2002. - №5. - С. 28-33.
33. Печенкин, А. Об оценке конкурентоспособности товаров и товаропроизводителей / А. Печенкин, В. Фомин // Маркетинг. – 2000. - №2. - С. 23-26.

34. Гребнев, Е.Т. Анализ конкурентоспособности продукции / Е.Т. Гребнев, Д.Т. Новиков, А.Н. Захаров // Маркетинг в России и за рубежом. – 2002. - №3. - С. 136-141.
35. Горфинкель, В.Я. Товароведение. Стандартизация. / В.Я. Горфинкель, В.А. Швандар – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 239 с.
36. Носова, М.Ю. Взаимосвязь и взаимовлияние дифференциации товара и конкурентоспособности фирмы на отраслевых рынках в трансформируемой экономике: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.01 / Носова Мальвина Юрьевна. - Челябинск, 2009. – 162 с.
37. Сучков, Д.В. Повышение конкурентоспособности продукции на основе улучшения качества предприятий стройиндустрии: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Сучков Дмитрий Владимирович. - Нижний Новгород, 2005. – 133 с.
38. РД 50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции.
39. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): учебник для вузов / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьёв, А.И. Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
40. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85.
41. Развитие инфраструктуры региона с созданием новых сопутствующих производств и предприятий переработчиков продукции комбината [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.ivrs.su/about/Directions> (Дата обращения 02.04.2016 г.).
42. ОДМ 218.5.005-2010. Отраслевой дорожный методический документ. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству.
43. Официальный сайт предприятия ООО «НИПРОМТЕКС» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.nipromtex.ru> (Дата обращения 10.04.2013).
44. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования.

45. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.
46. Чупырин, В.Н. Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика / В.Н. Чупырин, А.Д. Никифоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.
47. Иванов, С.С. Технический контроль в хлопкопрядении / С.С. Иваново, О.А. Филатова. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 240 с.
48. Бершев, Е.Н. Технический контроль в производстве нетканых материалов / Е.Н. Бершев, Н.А. Куликова. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 120 с.
49. Devis, O.L. Design and Analysis of Industrial Experiments / O.L. Devis. – N.Y.: Hafner Publ. Co, 1966.
50. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
51. Грузинцева, Н.А. Выделение целевых функций для технического плана контроля ткацкого производства / Н.А. Грузинцева, Е.А. Скрыбина, Н.Э. Чистякова, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №2. – С. 11-14.
52. Скрыбина, Е.А. Формирование оптимального плана технологического контроля ткацкого производства / Е.А. Скрыбина, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев, В.В. Любимцев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №6. – С. 163-165.
53. Чистякова, Н.Э. Совершенствование методов и организации технического контроля технологических процессов прядильного производства: дисс. ... канд. тех. наук: 05.19.02; 05.02.22 / Чистякова Наталья Эрнстовна. – Иваново, 2009. – 187 с.
54. Петросян, А.С. Построение информационно-справочной системы испытательной лаборатории текстильного предприятия / А.С. Петросян, Е.А. Скрыбина, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №6. – С. 144-146.

55. Матрохин, А.Ю. Лабораторный измерительный комплекс для оценки показателей качества хлопковых волокон / А.Ю. Матрохин, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. - №4. – С. 120-123.

56. Цыбышева, А.А. Методическое обеспечение процесса мониторинга производства геотекстильных сеток / А.А. Цыбышева, Н.Э. Чистякова, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Приволжский научный журнал. - 2016. - №3. - С. 46-52.

57. ИСО 8402 - 86. Качество. Словарь. - М.: Стандартиформ, 1986.

58. ИСО 8402 - 94. Управление качеством и обеспечение качества. Словарь.

59. ГОСТ 15467 - 79. Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения.

60. ГОСТ Р ИСО 9000 - 2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

61. Матрохин, А.Ю. Анализ методов проектирования контроля качества текстильных материалов / А.Ю. Матрохин, Н.В. Евсеева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2008. - №1. – С. 99-102.

62. Швец, В.Е. Сильные и слабые стороны компаний или как двигаться к успеху / В.Е. Швец // Методы менеджмента качества. - 2003. - № 10. - С. 14 - 17.

63. Брагин, Ю.В. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителя / Ю.В. Брагин, В.Ф. Корольков. - Ярославль: Центр качества, 2003. - 240 с.

64. Федюкин, В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учебное пособие/ В.К. Федюкин. - М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2004. – 296 с.

65. Лapidус, В.А. Система статистического управления процессами. Система Шухарта / В.А. Лapidус // Надежность и контроль качества. - 1999. - № 5. - С. 11 - 19.

66. Кузьмина, Е.А. Функциональный анализ – основа методологии ФСА / Е.А. Кузьмина, А.М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. - 2003. - № 6. - С. 15 - 19.

67. ГОСТ 161-86. Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.

68. ГОСТ 23244-78. Полотна вязально-прошивные х/б и смешанные бытового назначения. Определение сортности.

69. СТО 63165618-002-2010. Полотна нетканые геотекстильных марок «Геоманит» для строительства.

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

71. Лысова, М.А. Развитие методов проектирования и оценивания качества нетканых полотен бытового назначения: дисс. ... канд. тех. наук: 05.19.01 / Лысова Марина Александровна. – Иваново, 2013. – 191 с.

72. Малышева, О.В. Совершенствование методического и технического обеспечения проектирования и оценивания качества трикотажных полотен и изделий: дисс. ... канд. тех. наук: 05.19.01 / Малышева Ольга Вячеславовна. - Кострома, 2013. – 207 с.

73. ГОСТ Р 50277-92. Материалы геотекстильные. Метод определения поверхностной плотности.

74. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна, штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.

75. ГОСТ Р 50276-92. Материалы геотекстильные. Метод определения толщины при определенных давлениях.

76. ГОСТ Р 53226-2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности.

77. ОДМ 218.5.006-2010. Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли.

78. ГОСТ Р 53238-2008. Материалы геотекстильные. Метод определения характеристики пор.

79. ГОСТ Р 52608-2006. Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости.
80. Федеральный закон №257 от 08.11.2007 г. «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации».
81. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения.
82. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества.
83. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.
84. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования.
85. ГОСТ Р 53225-2008. Материалы геотекстильные. Термины и определения.
86. ОДМ 218.5.003-2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
87. ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве.
88. ВСН 6-90. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.
89. ВСН 30-96. Инструкция по технологии строительства внутриквартальных дорог с применением материала Дорнит.
90. ТР 128-01. Технические рекомендации по технологии строительства дорог с применением Дорнита и других геотекстильных материалов и геосеток.
91. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги.
92. Индекс глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info> (Дата обращения 14.04.2016).
93. Рубин, Ю.Б. Конкуренция: реалии и перспективы / Ю.Б. Рубин, В.В. Шустов. - М.: Знание,1990. – С. 15.

94. Филимонова, Н.М. Экономика и организация малого и среднего бизнеса / Н.М. Филимонова. – Москва, 2015. Сер. Бакалавриат.
95. Данилов, И.П. Проблемы конкурентоспособности электротехнической продукции / И.П. Данилов - М.: Пресс-сервис, 1997. - 129 с.
96. Долинская, М.Г. Маркетинг и конкурентоспособность промышленной продукции / М.Г. Долинская, И.А. Соловьев. - М.: Экономика, 1999. - С. 43.
97. Зиннуров, У.Г. Проблемы оценки конкурентоспособности товаропроизводителей / У.Г. Зиннуров, Л.Р. Ильясова // Экономика и управление (Уфа) - 1997. - №4. - С. 27.
98. Багиев, Г.Л. Основы маркетинговых исследований / Г.Л. Багиев, И.А. Аренков – СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1996. – С. 56.
99. Мескон, М.Х. Основы менеджмента / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. - М.: Дело, 1993.- С. 199.
100. Самодуров, Д.А. Стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия на основе комплексной оценки его потенциала: дисс. ... канд. экон. наук: 05.13.10 / Самодуров Дмитрий Александрович. - СПб., 2000. 142 с.
101. Миронов, М.Г. Ваша конкурентоспособность / М.Г. Миронов. - М.: Альфа-пресс, 2004 – 156 с..
102. Мансуров, Р.Е. Конкурентоспособность предприятия и его комплексная оценка / Р.Е. Мансуров // Маркетинг в России и за рубежом. - 2006. - №2. – С. 91-94.
103. Васильева, З.А. Стратегия управления конкурентоспособностью промышленного предприятия / З.А. Васильева // Маркетинг в России и за рубежом. – 2006. - №2. – С. 83-89.
104. Зотов, Н.А. Инновационная методика комплексной оценки конкурентоспособности предприятия с учетом его экономического потенциала / Н.А. Зотов, О.Д. Нечаева // Инновации. – 2006. - №10. – С. 273-280.
105. Еремеева, Н.В. Конкурентоспособность товаров и услуг / Н.В. Еремеева, С.Л. Калачев. – М.: КолосС, 2006. – 192 с.

106. Гусев, Б.Н. Проектирование конкурентоспособности тканых полотен / Б.Н. Гусев, Н.А. Грузинцева, М.А. Сташева. Иваново: ИГТА, 2007. - 172 с.
107. Грузинцева, Н.А. Разработка информационного обеспечения для проектирования конкурентоспособности ткани / Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2007. - № 4. - С. 100-103.
108. Бурцева, Т.А. Методологические основы выбора маркетинговых стратегий предприятия на основе экспертных оценок / Т.А. Бурцева, Н.Н. Катаева, С.Н. Ворожцов // Маркетинг в России и за рубежом. – 2008. - №4. - С. 32-42.
109. Грузинцева, Н.А. Определение весомости конкурентных преимуществ текстильного предприятия / Н.А. Грузинцева, Е.В. Воробьева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2011. - №2. - С. 118-120.
110. Грузинцева, Н.А. Проектирование производственной конкурентоспособности потребительской продукции / Н.А. Грузинцева, М.А. Сташева, Б.Н. Гусев // Методы менеджмента качества. – 2006. - № 10. – С. 16-19.
111. Евланов, Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.
112. ГОСТ 24294-80. Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции.
113. Гмурман, В.Е. Теория вероятности и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшее образование, 2007. – 479 с.
114. Звонцов, А.В. Мобилизация источников инвестиций в предприятия российской промышленности / А.В. Звонцов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Экономика и менеджмент организаций. - 2007. – Вып. 1. - С. 49-53.
115. Федосов, С.В. Комплексная оценка конкурентных преимуществ предприятия по производству строительных материалов / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева Н.А., М.А. Лысова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. - №3 - С. 46-51.

116. Савенкова, И.В. Конкурентный потенциал предприятия с позиции ресурсной концепции / И.В. Савенкова, М.И. Кульш // Молодой ученый. – 2014. - №20. С. 404-409.

117. Савенкова, И.В. Конкурентные преимущества в системе рыночных отношений / И.В. Савенкова. – Белгород: Изд-во «КОНСТАНТА», 2011. – 158 с.

118. Шаломин, О.А. Компьютерный метод расчета показателя конкурентоспособности продукции / О.А. Шаломин, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 7567 в Отраслевом фонде алгоритмов и программ, 23 января 2007 г.

119. Соловьев, А.Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 215 с.

120. Лунькова, С.В. Квалиметрия текстильных материалов и товаров. - Иваново: ИГТА, 2008. – 76 с.

121. Зубко, Д.П. Компьютерный метод экспертной оценки показателей качества тканых полотен / Д.П. Зубко, Н.А. Грузинцева, М.А. Сташева // Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 4509 в Отраслевом фонде алгоритмов и программ, 25 марта 2005 г. (Государственная регистрация в Национальном информационном фонде неопубликованных документов № 50200500393 от 01 апреля 2005 г.).

122. Воробьева, Е.В. Квалиметрическая оценка производственного потенциала текстильного предприятия / Е.В. Воробьева, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной и легкой промышленности.- 2011. - № 3. – С. 5-7.

123. Румянцева, В.Е. Комплексная оценка конкурентного потенциала предприятия по производству строительных материалов / В.Е. Румянцева, Н.А. Грузинцева, И.В. Караваев, Б.Н. Гусев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - №2. – С. 95-102.

124. Хлопова, Т.В. Развитие трудового потенциала и повышение эффективности персонала предприятий / Т.В. Хлопова. – Иркутск, 2004. – 328 с.

125. Карпушин, Е.С. Взаимосвязь качества труда и профессионализма сотрудников / Е.С. Карпушин // Управление персоналом. – 2012. - №8- С. 12-16.

126. Печникова, А.Г. Математическое моделирование экономических систем / А.Г. Печникова, Н.А. Грузинцева, В.И. Роньжин. – Иваново: ИВГПУ, 2015. - 96 с.

127. Румянцева, В.Е. Методика комплексной оценки эффективности персонала предприятия по производству строительных материалов / В.Е. Румянцева, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев, Е.Н. Никифорова // Вестник гражданских инженеров. - 2015. - №6. - С. 276-279.

128. Гитман, Е.К. Модель планирования ресурсов, синхронизированного производителем и потребителем продукции / Е.К. Гитман, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. - №5. - С. 8-12.

129. Трещалин, М.Ю. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов / М.Ю. Трещалин, М.В. Киселев, Г.К. Мухамеджанов, А.В. Трещалина. - Кострома, КГТУ, 2012. – 360 с.

130. Федосов, С.В. Моделирование условий обеспечения качества продукции предприятия по производству строительных материалов с учетом уровня профессионализма кадрового потенциала / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, А.Ю. Матрохин // Строительные материалы. - 2015. - №6. - С. 65-67.

131. Серенков, П.С. Комплексный процессный подход как методологическая основа решения задач оценивания в рамках СМК / П.С. Серенков, В.В. Назаренко, О.И. Ромбальская // Методы менеджмента качества. – 2015. - №8. –С. 15-20.

132. Жирнова, Е.А. Оценка результативности системы менеджмента качества на предприятии машиностроительной отрасли / Е.А. Жирнова, Я.И. Шашлицкий, А.А. Снежко // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М.Ф. Решетникова. 2010. - №3 - С. 183-187.

133. Заносиенко, О.А. Оценка результативности системы менеджмент качества предприятия жизнеобеспечения / О.А. Заносиенко // Вестник ТГТУ. - 2013. – Т. 19, № 1. – С. 201-205.

134. Демьянович, И.В. Количественные подходы к оценке эффективности системы менеджмента качества / И.В. Демьянович // Экономика и управление. – 2010. - № 11(72). – С.120-123.

135. Ильин, В.А. Глава 2. Вещественные числа // Математический анализ / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Бл. Х.Сендов, А. Н. Тихонов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Проспект, 2006. - Т.1. - 672 с.

136. Гурова, Е.В. Определение оценки результативности процессов СМК на ОАО «МЗМЗ-ВММ» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.standard.ru/producers/article.phtml?i=2&uid=1335> (Дата обращения 01.12.2015).

137. Методика оценки результативности системы менеджмента качества организации в Системе добровольной сертификации «Военный Регистр»: утверждена решением Координационного совета Системы добровольной сертификации «Военный Регистр» (г. Москва), Протокол № 6 от 11.04.2012. – 17 с.

138. Грузинцева, Н.А. Разработка методики по формированию конкурентоспособного ассортимента предприятия по производству строительных материалов / Н.А. Грузинцева, М.А. Лысова, Е.Н. Никифорова, Б.Н. Гусев // Изв. высших учебных заведений. Строительство. - 2015. - №1 С. 37-42.

139. ГОСТ 19.002-80 Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения.

140. Николаева, М.А. Теоретические основы товароведения / М.А. Николаева. – М.: Норма, 2006.- 448 с.

141. Грузинцева, Н.А. Количественная оценка конкурентоспособного ассортимента текстильного предприятия / Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной и легкой промышленности. – 2014. - №5. – С. 5-8.

142. Грузинцева, Н.А. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов / Н.А. Грузинцева, А.А. Овчинников,

М.А. Лысова, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – №3. – С. 28-32.

143. 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.

144. 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 // Изв. высших учебных заведений. Строительство. 2015. – №10. – С. 49-55.

145. 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. - Юго-Зап. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск, 2015. – С. 101-103.

146. Грузинцева, Н.А. Обеспечение требуемого уровня качества геотекстильных материалов для дорожного строительства / Н.А. Грузинцева, М.А. Лысова, Т.В. Москвитина, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2015 - №2. – С. 19-22.

147. Грузинцева, Н.А. Компьютерная программа количественной оценки конкурентоспособного ассортимента / Н.А. Грузинцева, Д.А. Панов, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №20865 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 05.05.2015.

148. Грузинцева, Н.А. Маркетинговая модель формирования ассортиментной политики текстильного предприятия / Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной и легкой промышленности. -2008. - № 2С. – с 17-20.

149. Лаврентьева, Л.И. Методологические основы моделирования управленческих решений по формированию рациональной ассортиментной политики аптечных организаций на региональном уровне: дисс. ... д-ра фарм. наук: 14.04.03 / Лаврентьева Лариса Ивановна. – Москва, 2012. – 273 с.

150. Напалкова, А.А. Совершенствование методов оценки ассортиментной политики предприятий пищевой промышленности (на примере масложировой промышленности Приморского края): дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Напалкова Анастасия Алексеевна. – Владивосток, 2007 - 224 с.

151. Адлер, Ю.П. Методы постоянного совершенствования сквозь призму цикла Шухарта- Деминга / Ю.П. Адлер, Е.И. Хунузиди, В.Л. Шнер // Методы менеджмента качества. - 2005. - № 3. – С. 29-36.

152. Зотов, Ф.П. План обеспечения качества (QAP) - регламент выполнения контрактной спецификации / Ф.П. Зотов, М.И. Истомин // Технологии качества жизни. - 2002. - Т.2. - № 1. – С. 65-73.

153. Juran, J.M. Strategic Quality Management. – Juran's Quality Control Handbook, chapter 6 / J.M. Juran. – McGra-Hill, Inc, 1992.

154. 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.

155. Додонкин, Ю.В. Ассортимент, свойства и оценка качества тканей / Ю.В. Додонкин, С.М. Кирюхин. – М.: Лёгкая индустрия, 1979. – 192 с.

156. Колесов, И.М. Разработка проекта государственного стандарта на свойства конкурентоспособности / И.М. Колесов, Н.А. Сычёва // Стандарты и качество. – 2011. - №9. – С. 34-36.

157. Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: Русский язык, 1984.

158. Абрамов, А.И. Философский словарь / А.И. Абрамов. – М.: Республика, 2001. – 717 с.

159. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.

160. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) / Б.А. Бузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.

161. Куличенко, А.В. Краткий терминологический словарь по текстильному и швейному материаловедению / А.В. Куличенко. - СПб.: СПГУТД, 1998. – 122 с.

162. Гусев, Б.Н. Формирование качественных характеристик текстильных товаров / Б.Н. Гусев, А.Ю. Герасимова, Н.В. Виноградова, О.А. Николаева. – Иваново: ИГТА, 2004. – 80 с.

163. Кусенкова, А.А. Программа для формирования базы данных по контролируемым параметрам процессов производства тканых геотекстильных материалов / А.А. Кусенкова, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 22080 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 04.08.2016.

164. Лысова, М.А. Выделение качественных характеристик производственной продукции / М.А. Лысова, Н.А. Грузинцева, И.Н. Синяева, Б.Н. Гусев // Методы менеджмента качества. - 2011. - № 6. - С. 42-45.

165. Pareto, V. Cours d'Économie Politique / V. Pareto. - Lausanne: 1 Université de Lausanne. - 1987.

166. Лысова, М.А. Формирование потребительского качества продукции / М.А. Лысова, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Методы менеджмента качества. - 2012. - №12. - С. 34-38.

167. Пирогов, Д.А. Комплексная оценка качества тканых металлических сеток / Д.А. Пирогов, А.А. Тувин, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2011.- №1.- С.19-22.

168. Принципы маркетингового исследования конкуренции на рынке [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.marketing.spb.ru (Дата обращения 17.07.2015).

169. Окрепилов, В.В. Управление качеством и конкурентоспособностью / В.В. Окрепилов. – СПб.: СПбУЭФ, 1997. – 259 с.

170. Штрих-кодирование [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.bregis.ru/materials/tech/barcodes/> (Дата обращения 24.07.2015).

171. Брауде, Э.Д. Технология разработки программного обеспечения / Э.Д. Брауде. - М. 2004 г. – 656 с.

172. Грузинцева, Н.А. Формирование штрих-кода о качестве текстильных и швейных изделий / Н.А. Грузинцева, М.А. Лысова, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2012 - №3. – С. 136-139.

173. Создать Штрихкоды Онлайн [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.barcode.tec-it.com> (Дата обращения 24.07.2015).

174. 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». опублик. 28.04.2010.

175. Сташева, М.А. Расчет коэффициентов значимости показателей качества аналитическим методом / М.А. Сташева, Л.И. Балакший, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №15043 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Опублик. 11.11.2009.

176. Официальный сайт компании "Softsoft" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.softsoft.ru> (Дата обращения 24.07.2015).

177. Официальный сайт компании "Laroche" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.laroche.fr/ru> (Дата обращения 06.02.2016).

178. Официальный сайт компании "Cormatex" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.cormatex.it/ru> (Дата обращения 06.02.2016).

179. Федосов, С.В. Совершенствование методики формирования плана технического контроля производства геотекстильных материалов для дорожного строительства / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, Н.Э. Чистякова, Ю.С. Грушина, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2016. - №2. - С. 74-80.

180. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества.

181. Тувин, А.А. Развитие научного и методического обеспечения процессов проектирования оборудования и технического контроля производства тканых металлических сеток: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.02.13; 05.19.02. - Иваново, 2012. – 433 с.

182. Скрыбина, Е.А. Выделение разновидностей и критериев мониторинга процессов ткацкого производства / Е.А. Скрыбина, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011- №2. – С. 12-16.

183. Непомилуев, В.В. Методология выбора оптимального варианта решения при проектировании технологического процесса / В.В. Непомилуев, Е.Ю. Соколова // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. - 2013. - №1(24). - С. 190-197.

184. Сергеев, А.Г. Метрология / А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. – М.: Логос, 2001. – 408 с.

185. Красс, М.С. Математика в экономике. Математические методы и модели: учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 544 с.

186. ГОСТ 9.049-91 Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний к воздействию плесневых грибов.

187. Скрыбина, Е.А. Программа формирования полного плана технического контроля процессов и продукции ткацкого производства / А.Е. Скрыбина, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №18343 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Опубл. 22.05.2012.

188. ГОСТ 4.34-84. Система показателей качества. Полотна нетканые и штучные нетканые изделия бытового назначения.

189. Дёмкина, А.В. Исследование механических свойств иглопробивных геотекстильных нетканых полотен / А.В. Дёмкина, А.В. Курденкова, Ю.С. Шустов, Н.А. Воробьева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. - №2. – С. 33-35.

190. Мищенко, В.Я. Обеспечение организационно-технологической надежности при воспроизводстве и развитии строительных объектов / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Ю.М. Зубцова, Е.А. Солнцев // Научный вестник Воронежского

государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2010. - №1. – С. 69-73.

191. Ломакина, И.А. Определение нормативных значений по разрывной нагрузке ткани с использованием статистических характеристик / И.А. Ломакина, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2009. - №3. - С. 8-10.

192. Цыбышева, А.А. Организация нормирования показателей связанности нитей при производстве строительных геосинтетических материалов / А.А. Цыбышева, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2016. - №3. - С. 300-302.

193. Пестерева, Л.А. Установление нормативных значений показателей качества текстильных материалов с учетом рядов предпочтительных чисел / Л.А. Пестерева, Б.Н. Гусев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. - №6. – С. 128-130.

194. ГОСТ 8032-84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

195. Пестерева, Л.А. Программа для установления нормативных значений показателей качества промышленной продукции по полученным экспериментальным данным / Л.А. Пестерева, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев, Е.Н. Никифорова, Т.Ю. Никитина, Ю.С. Грушина // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №21574 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 29.12.2015.

196. ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2:1995) Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик.

197. ГОСТ 13587-77. Полотна нетканые и изделия штучные нетканые. Правила приемки и метод отбора проб.

198. 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

са №17088 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 16.05.2011.

199. ГОСТ Р 8.736-2011. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений.

200. АС SU 1320271 А1. Устройство для контроля качества прочеса / Гусев Б.Н., Разумов Ф.И., Потапова С.М., Шумарина В.С., Кахраманов Ф.Р. - 30.06.1987, Бюл. 24

201. АС SU 1302189 А1. Устройство для определения угла ориентации волокон / Гусев Б.Н., Осипов А.С., Аристархов В.В., Потапова С.М., Смирнов А.К., Аникин В.С., Соков В.С., Колотилова Ю.С. – 07.04.1987, бюл. №13.

202. АС SU 1603293 А1. Способ определения степени параллелизации волокон в прочесе / Воронина Е.Р., Гусев Б.Н., Минц Б.И., Иванов В.В. – 30.10.1990, бюл. №40.

203. АС SU 1288211 А2. Способ контроля качества прочеса / Гусев Б.Н., Потапова С.М., Минц Б.И., Фролов В.Д., Меркулова Т.А., Воронина Е.Р. – 07.02.1987, Бюл. №5.

204. Новиков, А.Н. Разработка теоретических и методологических принципов создания систем компьютерного зрения для автоматизации контроля качества текстильных материалов: диссертация доктора технических наук: 05.13.06 / Новиков Александр Николаевич. – Москва, 2014. – 287 с.

205. Костикова, А.Н. Разработка иглопробивного нетканого материала из вискозных волокон оптимальной структуры для аккумуляторных батарей: автореферат дисс. кандидата технических наук: 05.19.03 / Коситкова Анна Николаевна. – Москва, 1998. – 16 с.

206. Коробов, Н.А. Компьютерная программа бинаризации цифровых изображений проб геотекстильных материалов / Н.А. Коробов, С.В. Павлов, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21692 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 10.03.2016.

207. Павлов, С.В. Компьютерная программа для измерения структурных характеристик геотекстильных материалов / С.В. Павлов, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №21693 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 10.03.2016.

208. ГОСТ Р 56337-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Метод определения прочности при динамическом продавливании (испытание падающим конусом).

209. BS EN ISO 13433:2006. Geosynthetics. Dynamic perforation test (cone drop test). Status: Confirmed, Current Published: September 2006.

210. ГОСТ Р ИСО 13433: 20068. Геосинтетические материалы. Испытания на динамический пробой (испытания падением конуса).

211. Федотов, А.В. Теория и расчет индуктивных датчиков перемещений для систем автоматического контроля: монография / А.В. Федотов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 176 с.

212. ГОСТ 29298-2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Технические условия.

213. Ломакина, И.А. Развитие методов количественной оценки качества тканей: дисс. ... канд. тех. наук: 05.19.01 / Ломакина Ирина Анатольевна. - Иваново, 2008. – 191 с.

214. ГОСТ 23554-79. Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения.

215. Трещалин, М.Ю. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов / М.Ю. Трещалин, М.В. Киселев, Г.К. Мухамеджанов, А.В. Трещалина. – Кострома: КГТУ. - 2012. – 360 с.

216. Мухамеджанов, Г.К. О номенклатуре показателей, методах испытаний и свойствах геосинтетических материалов / Г.К. Мухамеджанов // Дороги. Инновации в строительстве. – 2015. - №2. - С. 16-19.

217. ГОСТ 25617-83 Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний.

218. ГОСТ Р 53485-2009. Материалы текстильные. Метод определения токсичности.

219. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 356 с.

220. Азгальдов, Г.Г. Определение значений коэффициентов важности / Г.Г. Азгальдов // Стандарты и качество. - 2000. - №2. - С. 28 - 33.

221. Грузинцева, Н.А. Организация управления конкурентоспособностью ткани: материаловедческий и экономический аспекты: дис. канд. техн. наук: 05.02.22, 05.19.01 / Грузинцева Наталья Александровна. – Иваново, 2006. – 144 с.

222. Грузинцева, Н.А. Компьютерная программа комплексной оценки качества геотекстильных материалов используемых в дорожном строительстве / Н.А. Грузинцева, Д.А. Панов, Е.О. Гафу, Е.Н. Никифорова, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21671 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Опубл. 24.02.2016.

223. Федосов, С.В. Установление приоритетности между показателями надёжности геотекстильных материалов для дорожного строительства / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, М.А. Лысова, Б.Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2016. - №3. - С. 57-62.

224. Елисеева, И.И. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева и др. - М.: Финансы и статистика. - 2005. – 576 с.

225. Грузинцева, Н.А. Применение функции желательности для оценки качества хлопчатобумажных тканей / Н.А. Грузинцева, М.А. Сташева, Е.Н. Никифорова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2007. - №6С. - С. 40-44.

226. Грузинцева, Н.А. Аналитическая оценка значимости единичных показателей качества потребительской продукции / Н.А. Грузинцева, М.А. Сташева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // «Методы менеджмента качества». – 2009.- №12. – С. 44-46.

227. Носов, В.П. Учёт влияния региональных природных особенностей на расчётные характеристики грунтов при проектировании дорожных одежд /

В.П. Носов, С.А. Гнездилова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2010. - №1. - С. 18-21.

228. Подольский, В.П. Строительство автомобильных дорог. Земляное полотно / В.П. Подольский, А.В. Глагольев, П.И. Пospelов. – Москва. – 2013.

229. Румянцева, В.Е. Построение методики оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно / В.Е. Румянцева, Л.А. Пестерева, Н.А. Грузинцева, Т.В. Москвитина, Б.Н. Гусев // Строительство и реконструкция. - 2016. - №2. - С. 85-90.

230. Федосов, С.В. Особенности контроля технологии укладки нетканых геотекстильных материалов в дорожном строительстве / С.В. Федосов, Н.А. Грузинцева, Е.Г. Емельянов, Т.В. Москвитина, Б.Н. Гусев // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2016): сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. форума. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Ч.1. С 369-373.

231. Пестерева, Л.А. Компьютерная программа оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно / Л.А. Пестерева, Д.А. Панов, Н.А. Грузинцева, Б.Н. Гусев, Е.Н. Никифорова // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №21724 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 22.03.2016.

232. Львович, М.Ю. Обзорная информация / М.Ю. Львович // Автомобильные дороги. – 2002. - №7. - С. 5-6.

233. Грузинцева, Н.А. Определение структуры затрат на обеспечение требуемого уровня качества геосинтетических материалов / Н.А. Грузинцева, А.А. Цыбышева, Ю.С. Грушина, Б.Н. Гусев // Товарный менеджмент: экономический, логический и маркетинговый аспекты: материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 467-471.

234. ИСО 9004-1-94. Управление качеством и элементы системы качества. Часть 1. Руководящие указания.

235. ИСО 9004-2009. Управление с целью достижения устойчивого успеха организации. Подход с точки зрения менеджмента качества.

236. Британский стандарт BS 6143:1990. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс.

237. ГОСТ Р 54142-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий.

238. Лысова, М.А. Информационное обеспечение системы кодирования текстильных изделий / М.А. Лысова, Б.Н. Гусев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2010. - №7. - С. 76-79.

239. Шаломин, О.А. Определение показателей засоренности текстильных волокон по компьютерному изображению / О.А. Шаломин, А.Ю. Матрохин, Б.Н. Гусев // Свидетельство №8924 от 17.01.2007 об отраслевой регистрации программы для ЭВМ в государственном координационном центре информационных технологий федерального агентства по образованию.

240. Скрябина, Е.А. Программа для определения результативности процессов ткачества при производстве махровых изделий / Е.А. Скрябина, Н.А. Грузинцева, О.А. Шаломин, Б.Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №18344 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». Оpubл. 22.05.2012.

241. Лысова, М.А. Совершенствование нормативного документа на номенклатуру показателей качества нетканых полотен / М.А. Лысова, Ю.П. Гусева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2010. - №4. - С. 128-129.

242. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.

243. Гойс, Т.О. Совершенствование системы классификации геосинтетических материалов / Т.О. Гойс, А.Ю. Матрохин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. - № 6. – С. 37-41.

244. Петрухин, А.Б. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве / А.Б. Петрухин, Л.А. Опарина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2015. - №-2. – С.14-18.

245. Москалев, О.Ю. О влиянии слоя композита на основе геосотового материала на работу дорожной одежды / О.Ю. Москалев, Е.В. Малышев, Н.Е. Кокодеева // Дороги и мосты. – 2014. - №32. – С. 55-69.

246. Шуваев, А.Н. Оценка влияния объемной георешетки на деформации бетонной плиты / А.Н. Шуваев, С.П. Санников, Д.В. Кубасов // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО ГИПРОДОРНИИ. – 2013. - №4. – С. 138-143.

247. Симчук, Е.Н. Нормативная база геосинтетических материалов: перспективы развития / Е.Н. Симчук // Дороги. Инновации в строительстве. - 2014. - №2. - С. 18-19.

248. Левашов, Г.М. Оценка экономической эффективности применения геосеток для армирования асфальтобетонных покрытий / Г.М. Левашов, В.В. Сиротюк, О.А. Рычкова // Дороги и мосты. – 2012. - №2. – С. 11-26.

249. BS EN ISO 10318:2005 Geosynthetics. Terms and definitions, October 2005 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/> (Дата обращения 01.12.2015).

250. BS EN 15381:2008 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays, April 2009 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/> (Дата обращения 01.12.2015).

251. DIN EN 13249:2005-04 Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Bau von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen; Deutsche Fassung EN 13249:2000 + A1:2005 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.beuth.de/en/standard/din-en-13249/77984896> (Дата обращения 01.12.2015).

ФГБОУ ВО "Ивановский государственный политехнический университет"

МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

УТВЕРЖДАЮ

(Должность руководителя организации, осуществляющей аттестацию)

(Подпись)

(Ф.И.О. руководителя организации, осуществляющей аттестацию)

« ____ » _____ 20__ г.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРОЧЕСА

МИ 001-2016

Сведения о методической инструкции

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА кафедрой «Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология» Текстильного института ФГБОУ ВО "Ивановский государственный политехнический университет" (Текстильный институт ИВГПУ).

2. АТТЕСТОВАНА _____
(Полное наименование организации, метрологическая служба которой осуществляла аттестацию)
_____ (Свидетельство об аттестации № _____ от «__» _____ 200__ г.)

3. ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Применение

Применение настоящей методической инструкции в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений допускается только после ее аттестации в установленном порядке лицом, аккредитованным на выполнение работ в области обеспечения единства измерений.

Настоящая методическая инструкция не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена в качестве официального издания без разрешения разработчика

Содержание

1.	Назначение.....	297
2.	Нормативные ссылки.....	298
3.	Термины и определения.....	298
4.	Методы измерения.....	299
5.	Требования к погрешности измерений.....	300
6.	Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы.....	300
7.	Условия выполнения измерений.....	300
8.	Подготовка к выполнению измерений.....	301
9.	Выполнение измерений.....	301
10.	Обработка данных и вычисление результатов измерений.....	302
11.	Контроль погрешности результатов измерений.....	302
12.	Оформление результатов измерений.....	303
13.	Требования к квалификации оператора.....	304
14.	Требования к обеспечению безопасности выполняемых работ.....	304

МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРОЧЕСА

Дата введения — 2016 — ___ — ___

1. Назначение

1.1. Настоящая методическая инструкция устанавливает методику выполнения измерений характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса формируемого в технологическом процессе «Формирование холста» производства нетканого геотекстильного материала, указанных в табл. 1.

Таблица 1 – Контролируемые параметры неравномерности прочеса нетканого геотекстильного материала и соответствующие измеряемые физические величины

Наименование показателя, ед. измерения	Условия реализации
1	2
<i>Показатели общей неравномерности</i>	
<i>Абсолютные:</i>	
площадь изображения, мм ²	$S = S_c + S_T$
площадь светлых участков, мм ²	S_c
площадь темных участков, мм ²	S_T
<i>Относительные:</i>	
доля площади светлых участков, %	$\Delta S_c = (S_c/S) \cdot 100$
доля площади темных участков, %	$\Delta S_T = (S_T/S) \cdot 100$
общая площадь	$\Delta S_T + \Delta S_c = 1$
<i>Показатели секториальной неравномерности</i>	
Площадь светлых участков i-го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_c)_i$
Площадь темных участков i-го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_T)_i$
Средняя секториальная площадь светлых участков, мм ²	$(\overline{S_c})_c$
Средняя секториальная площадь темных участков, мм ²	$(\overline{S_T})_c$
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади светлых участков, мм ²	$\sigma_{S_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_c)_i - (\overline{S_c})_c]^2}{n-1}}$
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади темных участков, мм ²	$\sigma_{S_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\overline{S_T})_c]^2}{n-1}}$
Коэффициент вариации секториальной площади светлых участков, %	$C_{S_c} = [\sigma_{S_c} / (\overline{S_c})_c] \cdot 100$
Коэффициент вариации секториальной площади темных участков, %	$C_{S_T} = [\sigma_{S_T} / (\overline{S_T})_c] \cdot 100$
<i>Показатели радиальной неравномерности</i>	
Площадь светлых участков j-го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_c)_j$
Площадь темных участков j-го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_T)_j$
Средняя радиальная площадь светлых участков, мм ²	$(\overline{S_c})_p$
Средняя радиальная площадь темных участков, мм ²	$(\overline{S_T})_p$

Окончание табл. 1

1	2
Среднее квадратическое отклонение радиальной площади светлых участков, мм ²	$\sigma_{S_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_c)_i - (\overline{S_c})_P]^2}{n-1}}$
Среднее квадратическое отклонение радиальной площади темных участков, мм ²	$\sigma_{S_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\overline{S_T})_P]^2}{n-1}}$
Коэффициент вариации радиальной площади светлых участков, %	$C_{S_c} = \left[\frac{\sigma_{S_c}}{(\overline{S_c})_P} \right] \cdot 100$
Коэффициент вариации радиальной площади темных участков, %	$C_{S_T} = \left[\frac{\sigma_{S_T}}{(\overline{S_T})_P} \right] \cdot 100$

1.2. Настоящая методическая инструкция может быть использована хозяйствующими субъектами для внутренних целей и (или) урегулирования взаимоотношений с поставщиками и потребителями нетканого геотекстильного материала.

1.3. Настоящая методическая инструкция может также применяться независимыми аккредитованными испытательными лабораториями, федеральными органами исполнительной власти при осуществлении действий, связанных с оценкой неравномерности поверхностной плотности прочеса нетканого геотекстильного материала.

2. Нормативные ссылки

В настоящей методической инструкции использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.010-99. ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения.

ГОСТ Р 8.563-2009. ГСИ. Методики выполнения измерений.

МИ 3269-2010. ГСИ. Построение, изложение, оформление и содержание документов на методики (методы) измерений.

ГОСТ 8.395-80. ГСИ. Нормальные условия измерения при поверке. Общие требования.

ГОСТ Р 8.736-2011. ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений.

Основные положения.

МИ 1317-2004. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров.

МИ 1967-89. ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений.

Общие положения.

ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 25861-83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний.

ГОСТ 27818-88. Машины вычислительные и системы обработки данных. Допустимые уровни шума на рабочих местах и методы определения.

ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

Основные положения и определения.

ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

Основные методы определения правильности стандартного метода измерений.

ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.

ГОСТ 1.5-2002. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.

ГОСТ 13587-77. Полотна нетканые и изделия штучные текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.

ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2:1995). Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик.

3. Термины и определения

3.1. **сектор**: Часть круга, ограниченная двумя радиусами и дугой между ними, в этой поверхности и определяется распределение неровноты.

3.2. **секториальная неровнота**: Количественная оценка характеристики неравномерности исследуемого параметра в разных секторах;

3.3. **радиал**. Часть круга, образованная двумя окружностями, удаленных друг от друга на определенное расстояние относительно некоторой общей точки;

3.4. **радиальная неровнота:** Количественная оценка характеристики неравномерности исследуемого параметра в разных радиалах.

4. Методы измерения

Компьютерный метод для измерения структурных характеристик геотекстильных материалов необходим для проверки качества прочеса по показателю «Поверхностная плотность» и осуществляется в несколько этапов:

4.1. Подготовка проб происходит согласно нормативной документации ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2:1995) «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик».

4.2. Отбор проб осуществляется согласно ГОСТ 13587-77 «Полотна нетканые и изделия штучные текстильные. Правила приемки и метод отбора проб»:

4.2.1. Проверка верхнего освещения в испытательной лаборатории;

4.2.2. Подготовка профессионального оборудования (см. табл. 2);

Таблица 2 – Средства измерения

№	Наименование средства измерения	Обозначение, тип, марка средства измерения	Назначение средства измерения
1	Цифровая камера	DCM 130	Фотографирование объекта
2	Компьютер	Класс Pentium IV	Обеспечение компьютерного измерения
3	Линейка	15 см	Отметка размера

4.2.3. Подготовка точечных проб при относительной влажности воздуха $(65 \pm 2) \%$ и температуре воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;

4.2.4. Выдерживание проб не менее 10 ч.

4.2.5. Идентификация полотна по внешнему виду (на наличие пороков внешнего вида).

4.3. Получение цифрового изображения:

4.3.1. Фотографирование образцов прочёса геотекстильных материалов с помощью специального оборудования (цифровая камера);

4.3.2. Создание базы данных полученных цифровых изображений различных образцов прочёса геотекстильных материалов;

4.3.2. Анализ полученных цифровых изображений (см. рис. 1);

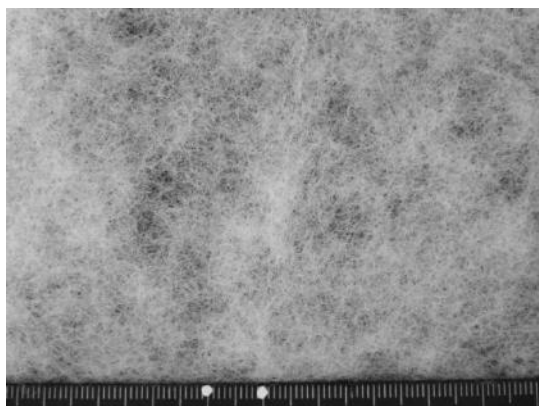


Рис. 1 – Исходное изображение пробы прочёса

4.4. Бинаризация цифрового изображения образца прочёса геотекстильного материала с помощью компьютерной программы (см. рис. 2).

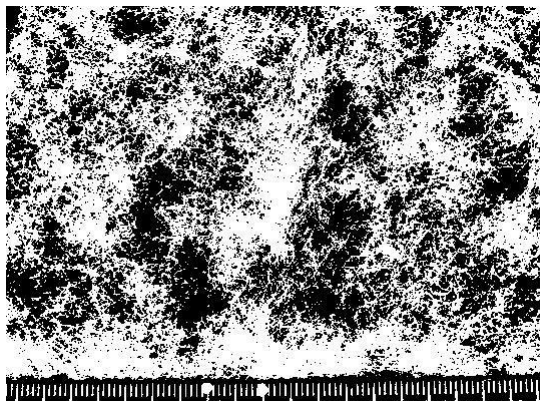


Рис. 2 – Бинаризованное изображение пробы прочёса

4.5. Последующая обработка полученных цифровых изображений для определения секториальной и радиальной неровности прочеса по поверхностной плотности в компьютерной программе «Thisislogic.Textile.Divergency».

4.6. Получение результатов компьютерной обработки изображений образцов прочёса геотекстильного материала.

5. Требования к погрешности измерений

5.1. Пределы допускаемых погрешностей выражаются в абсолютной, относительной и приведенной формах в зависимости от измеряемой величины (контролируемого параметра).

5.2. Пределы основной допускаемой погрешности при соблюдении требований настоящей методической инструкции не должны превышать установленных нормативных значений.

5.3. Пределы приведенной погрешности измеряемых физических величин на уровне 0,5% установлены для каждой точки изображения с учетом эффекта квантования фиксируемой световой энергии на уровнях от 0 до 225 единиц. При суммировании яркостей множества точек возникает косвенная относительная погрешность, которая не превышает 0,5% среднего вычислительного значения яркости.

5.4. Пределы коэффициентов вариации сходимости результатов измерения контролируемых параметров, определяются в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002.

5.5. Предельный размер погрешности, вносимый оператором, не устанавливается. Погрешностью, вносимой оператором, по сравнению с другими составляющими погрешности измерений можно пренебречь.

6. Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы

При выполнении измерений применяют технические средства, указанные в табл. 3.

Таблица 3. – Перечень применяемых технических средств

№	Наименование технического средства	Основные характеристики технического средства	Значение характеристик
1.	Стекло предметное	Толщина	0,8 – 1,0 мм
2.	Цифровая камера (ДСМ 130)	Размер матрицы	1,3 Мпикс
3.	Персональный компьютер (класс Pentium IV)	Тактовая частота процессора	Не менее 1800 ГГц
		Объем оперативной памяти	Не менее 512 Мбайт
4.	Измерительная компьютерная программа	Thisislogic.Textile.Divergency	132 Кб

7. Условия выполнения измерений

7.1. При отборе проб и выполнении измерений соблюдают климатические условия в соответствии с требованиями ГОСТ 15902.2-2003 и ГОСТ 13587-77.

7.2. Дополнительные требования к параметрам, характеризующим условия измерений и влияющим на получаемые результаты, приведены в табл. 4.

Таблица 4. – Условия выполнения измерений для оценки характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса

Наименование влияющего параметра, единица измерения	Номинальное значение (выбираемая позиция)	Допускаемое отклонение
Формат используемого графического изображения	*.bmp; *.jpg	-
Сила прижатия пробы, Н	40	$\pm 2,0$
Уровень освещенности в лаборатории, лк	300	± 30
Источник света в лаборатории	лампы дневного света	-
Размер матрицы камеры-окуляра	1280x1024 точек	-

8. Подготовка к выполнению измерений

8.1. При подготовке к оценке изменения параметров характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса проводят следующие операции:

- осуществляют проверку исправности и работоспособности технических средств измерений, указанных в табл. 3.
- проверяют соответствие условий, установленным в разделе 7;
- поочередно готовят первую и вторую пробы для последующего фотографирования;
- полученные цифровые изображения проб с карты памяти фотоаппарата переносят в персональный компьютер;
- с помощью компьютерной программы, изображения проб переводят в бинаризованные цифровые изображения.

9 Выполнение измерений

9.1. При выполнении оценки характеристик неравномерности поверхностной плотности прочеса, указанных в таблице 1, выполняют следующие операции:

- осуществляют запуск соответствующей компьютерной программы;
- в выпадающем меню «Проект...» главного окна измерительной программы выбирают опцию «Новый...»;
- в выпадающем меню «Изображение...» главного окна измерительной программы выбирают опцию «Загрузить...» и в открывшемся окне выбирают необходимый файл с цифровым изображением.

Оценка осуществляется после загрузки бинаризованного цифрового изображения пробы в память компьютера и выбором позиции меню «Размер...». С помощью опций «Длина...» и «Ширина» устанавливаются размеры анализируемого участка пробы по длине и ширине с учетом выбранного масштаба (см. рис. 3).

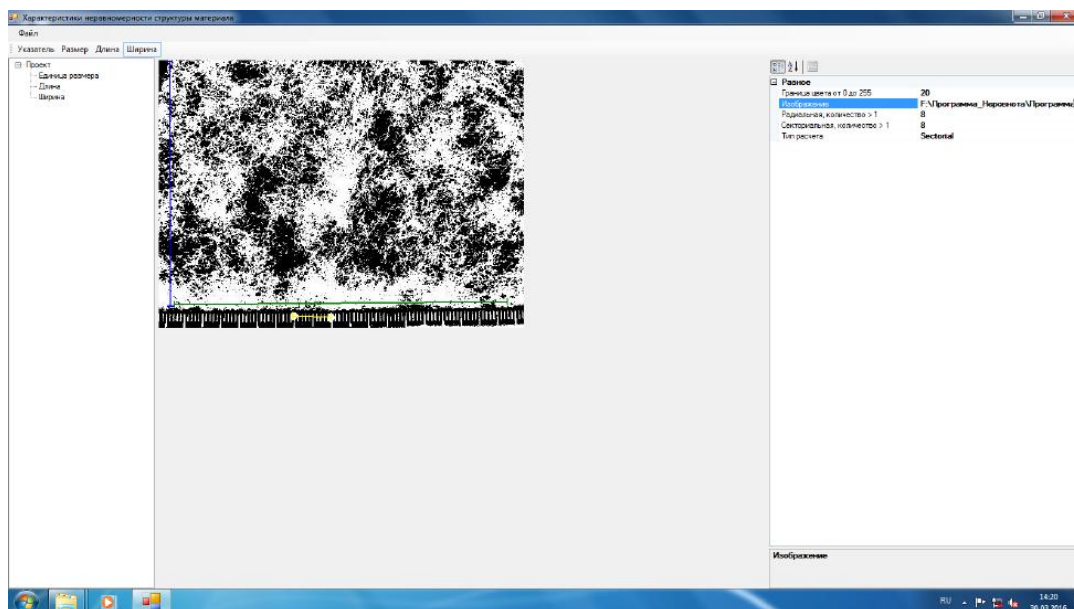


Рис. 3 – Окно компьютерной программы с бинаризованным изображением пробы прочеса с установленными размерами анализируемого участка пробы

На экран монитора выводятся изображения пробы для оценки по секториальному и радиальному анализу (см. рис. 4).

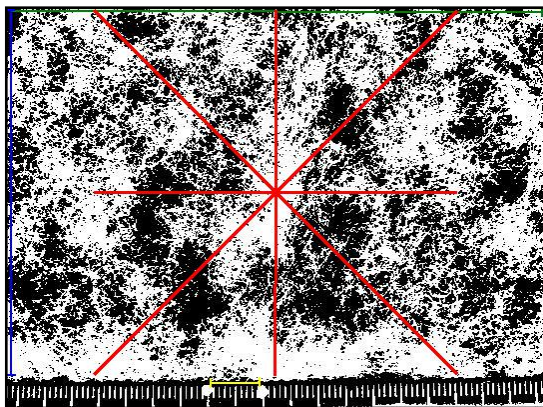


Рис. 4 - Бинаризованное изображение образца при определении секториальной неравномерности поверхностной плотности прочёса

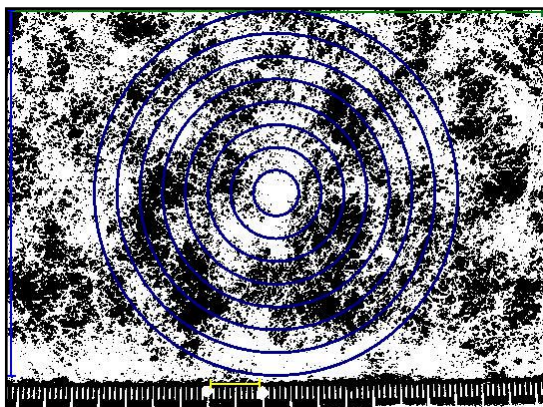


Рис. 5 – Бинаризованное изображение образца при определении радиальной неравномерности поверхностной плотности прочёса

9.2. Число измерений для оценки характеристик неравномерности поверхностной плотности прочёса определяются в соответствии с ГОСТ 15902.2-2003.

10. Обработка данных и вычисление результатов измерений

При вычислении результатов измерений соответствующая программа автоматически производит необходимые расчеты и построения, а также обрабатывает полученные результаты измерения в соответствии с ГОСТ 8.563, ГОСТ Р ИСО 5725-1 и ГОСТ Р ИСО 5725-4. Если рассчитанные характеристики погрешности удовлетворяют требованиям раздела 5, то программа выдает итоговый протокол измерений с необходимыми данными. Если рассчитанные характеристики погрешности не удовлетворяют требованиям раздела 5, то программа сообщает оператору о выявленном несоответствии.

11. Контроль погрешности результатов измерений

11.1. Погрешность при оценке показателей общей, секториальной и радиальной неравномерности прочёса геотекстильного материала в первую очередь зависит от возможностей и технического состояния цифровой камеры-окуляра.

11.2. Для контроля погрешности цифровой камеры-окуляра используют цветовую тестовую мишень стандарта IT8.7/1 для контроля погрешности в режиме проходящего света.

11.3. При проведении контроля погрешности должны соблюдаться условия в соответствии с разделом 7.

11.4. Контроль погрешности цифровой камеры-окуляра осуществляют с помощью проведения съемки и сопоставлением средних уровней яркости с эталонными значениями.

11.5. Первичный контроль цифровой камеры-окуляра производится изготовителем измерительного комплекса при его сборке и наладке.

11.6. Периодический контроль погрешности цифровой камеры-окуляра осуществляет пользователь программного средства перед получением цифрового изображения с периодичностью – один раз в месяц.

12. Оформление результатов измерений

Оформление результатов оценки обеспечивается автоматически при завершении работы компьютерной программы, которая формирует формы соответствующих протоколов (см. рис. 6 и 7). Законную силу имеют только протоколы, которые распечатаны и подписаны ответственным исполнителем и руководителем испытательной организации.

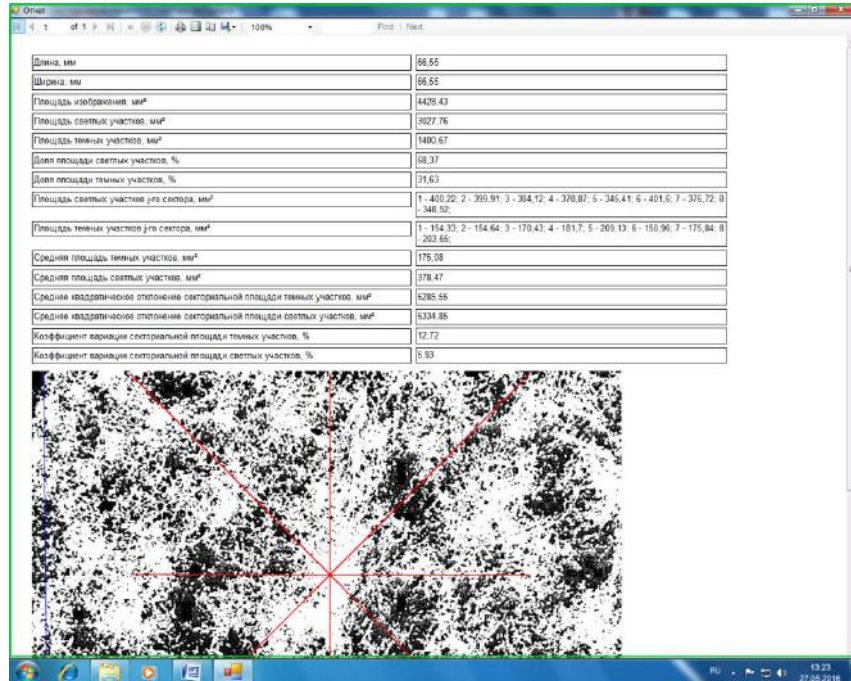


Рис. 6 – Протокол программы определения секториальной неравномерности поверхностной плотности прочёса геотекстильного материала

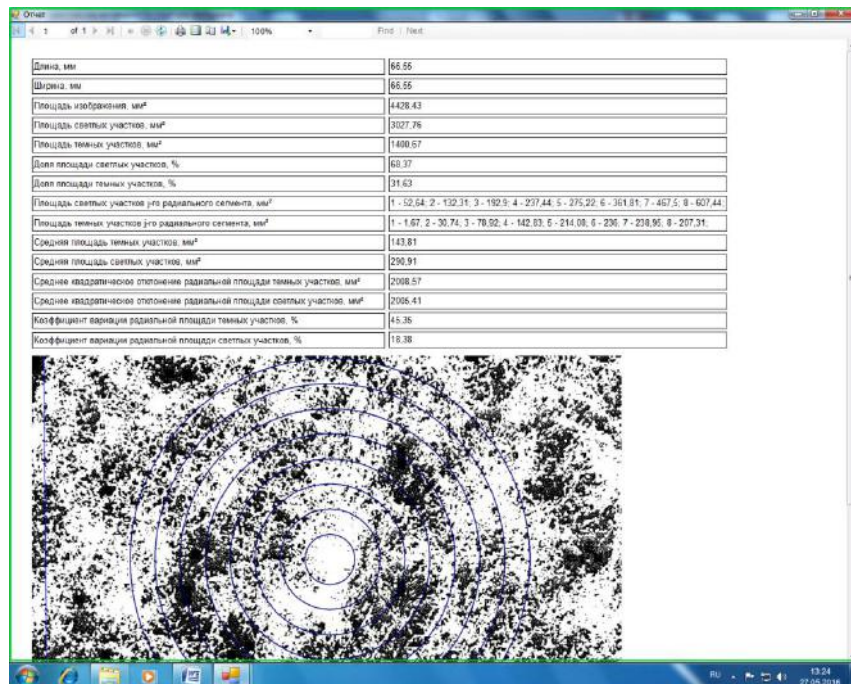


Рис. 7 – Протокол программы определения радиальной неравномерности поверхностной плотности прочёса геотекстильного материала

13. Требования к квалификации оператора

13.1. К работе с компьютерной программой по определению структурной неравномерности по поверхностной плотности допускаются лица со средним или высшим профессиональным образованием, имеющие опыт работы в области оценки качества геотекстильных материалов не менее 6 месяцев. При подготовке к работе с компьютерной программой оператору необходимо ознакомиться с процедурой выполнения измерений и последовательностью операций, а также инструкциями по эксплуатации применяемых средств измерений, с требованиями настоящей методической инструкции.

13.2. Лица, работающие с компьютерной программой, должны обладать навыками уверенного пользователя персонального компьютера.

14. Требования к обеспечению безопасности выполняемых работ

При выполнении измерений должны соблюдаться требования безопасности, предусмотренные ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 25861, ГОСТ 27818, ОСТ Р 50948.

ЛИСТИНГ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ
по автоматизированному определению показателя неравномерности
поверхностной плотности прочеса

Определение секториальной неровноты

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Drawing;
using Thisislogic.Textile.Divergency.Model.Helpers;
using Thisislogic.Textile.Divergency.Model.Enums;
namespace Thisislogic.Textile.Divergency.Model.Models
{
public class DivergencyModel
    {
    ///<summary>
    ///Длина
    ///</summary>
    public double Length
        {
        get;
        set;
        }
    ///<summary>
    ///Ширина
    ///</summary>
    public double Width
        {
        get;
        set;
        }
    ///<summary>
    ///Масштаб
    ///</summary>
    public double PixelsInCentimeter
        {
        get;
        set;
        }
    ///<summary>
    ///Площадь
    ///</summary>
    public double Square
        {
        get
            {
            return Length * Width;
            }
        }
    ///<summary>
    ///Площадь тёмных участков
    ///</summary>
    public double WhiteSquare
    {

```

```

get;
set;
    }
    ///<summary>
    /// Площадь светлых участков
    ///</summary>
    publicdoubleBlackSquare
    {
        get;
        set;
    }
    ///<summary>
    /// Доля площади темных участков
    ///</summary>
    publicdoubleWhitePercent
    {
        get
        {
            return (WhiteSquare / Square) * 100;
        }
    }
    ///<summary>
    /// Доля площади светлых участков
    ///</summary>
    publicdoubleBlackPercent
    {
        get
        {
            return (BlackSquare / Square) * 100;
        }
    }
    publicintSectorsCount
    {
        get;
        set;
    }
    publicdouble[] BlackSectors
    {
        get;
        set;
    }
    publicdoubleAverageBlackSectorSquare
    {
        get
        {
            returnBlackSectors.Average();
        }
    }
    publicdouble[] WhiteSectors
    {
        get;
        set;
    }
    publicdoubleAverageWhiteSectorSquare
    {
        get
        {
            returnWhiteSectors.Average();
        }
    }
    publicintMedianColor
    {
        get;
        set;
    }

```

```

    }
    ///<summary>
    /// Среднее квадратическое отклонение секториальной площади тёмных участков
    ///</summary>
    publicdoubleBlackSectorSqrt
    {
    get
    {
    var res = BlackSectors.Average(y => y);
    returnMath.Sqrt(BlackSectors.Sum(x =>Math.Pow(x - res, 2)) / (BlackSectors.Count() - 1));
    }
    }
    ///<summary>
    /// Коэффициент вариации секториальной площади тёмных участков
    ///</summary>
    publicdoubleBlackSectorialPorosityDivergency
    {
    get
    {
    var res = BlackSectors.Average(y => y);
    returnBlackSectorSqrt / res * 100;
    }
    }
    ///<summary>
    /// Среднее квадратическое отклонение секториальной площади светлых участков
    ///</summary>
    publicdoubleWhiteSectorSqrt
    {
    get
    {
    var res = WhiteSectors.Average(y => y);
    returnMath.Sqrt(WhiteSectors.Sum(x =>Math.Pow(x - res, 2)) / (WhiteSectors.Count() - 1));
    }
    }
    ///<summary>
    /// Коэффициент вариации секториальной площади светлых участков
    ///</summary>
    publicdoubleWhiteSectorialPorosityDivergency
    {
    get
    {
    var res = WhiteSectors.Average(y => y);
    returnWhiteSectorSqrt / res * 100;
    }
    }
    publicintMinX
    {
    get;
    set;
    }
    publicintMaxX
    {
    get;
    set;
    }
    publicintMinY
    {
    get;
    set;
    }
    publicintMaxY
    {
    get;
    set;
    }

```

```

    }
    public DivergencyType Type
    {
        get;
        set;
    }
    public DivergencyModel(Brick brick)
    {
        BlackSectors = newdouble[brick.SectorialCount];
        WhiteSectors = newdouble[brick.SectorialCount];
        SectorsCount = brick.SectorialCount;
        BlackRadials = newdouble[brick.RadialCount];
        WhiteRadials = newdouble[brick.RadialCount];
        RadialsCount = brick.RadialCount;
        MedianColor = brick.Color;
        Type = brick.Type;
        var extremePoints = newPoint[4];
        foreach (var item in brick.Items)
        {
            var height = item asHeight;
            if (height != null)
            {
                extremePoints[0] = height.Begin;
                extremePoints[1] = height.End;
            }
            var width = item asWidth;
            if (width != null)
            {
                extremePoints[2] = width.Begin;
                extremePoints[3] = width.End;
            }
            var sizeLine = item asSizeLine;
            if (sizeLine != null)
            {
                PixelsInCentimeter = MathHelper.Distance(sizeLine.Begin, sizeLine.End);
            }
        }
        MinX = extremePoints.Min(x =>x.X);
        MaxX = extremePoints.Max(x =>x.X);
        MinY = extremePoints.Min(x =>x.Y);
        MaxY = extremePoints.Max(x =>x.Y);
        if (MaxX - MinX > MaxY - MinY)
        {
            var centerX = (MaxX + MinX) / 2;
            MaxX = centerX + (MaxY - MinY) / 2;
            MinX = centerX - (MaxY - MinY) / 2;
        }
        else
        {
            var centerY = (MaxY + MinY) / 2;
            MaxY = centerY + (MaxX - MinX) / 2;
            MinY = centerY - (MaxX - MinX) / 2;
        }
        Width = MaxX - MinX;
        Length = MaxY - MinY;
    }
    public void Compute(Bitmap bitmap)
    {
        for (var i = MinX; i < MaxX; i++)
        {
            for (var j = MinY; j < MaxY; j++)
            {
                var currentColor = bitmap.GetPixel(i, j);
            }
        }
    }

```



```

public double Length
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Ширина
/// </summary>
public double Width
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Масштаб
/// </summary>
public double PixelsInCentimeter
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Площадь
/// </summary>
public double Square
{
    get
    {
        return Length * Width;
    }
}
/// <summary>
/// Площадь тёмных участков
/// </summary>
public double WhiteSquare
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Площадь светлых участков
/// </summary>
public double BlackSquare
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Доля площади темных участков
/// </summary>
public double WhitePercent
{
    get
    {
        return (WhiteSquare / Square) * 100;
    }
}
/// <summary>
/// Доля площади светлых участков
/// </summary>
public double BlackPercent
{
    get
    {

```

```

        return (BlackSquare / Square) * 100;
    }
}
public int RadialsCount
{
    get;
    set;
}
public double[] BlackRadials
{
    get;
    set;
}
public double AverageBlackRadialSquare
{
    get
    {
        return BlackRadials.Average();
    }
}
public double[] WhiteRadials
{
    get;
    set;
}
public double AverageWhiteRadialSquare
{
    get
    {
        return WhiteRadials.Average();
    }
}
public int MedianColor
{
    get;
    set;
}
/// <summary>
/// Коэффициент вариации радиальной площади тёмных участков
/// </summary>
public double BlackRadialSqrt
{
    get
    {
        var res = 0.0;
        for (var i = 1; i <= BlackRadials.Count(); i++)
        {
            res += BlackRadials[i - 1] / (2 * i - 1);
        }
        res = res / BlackRadials.Count();
        var sum = 0.0;
        for (var i = 1; i < BlackRadials.Count(); i++)
        {
            sum += Math.Pow(BlackRadials[i - 1] / (2 * i - 1) - res, 2);
        }
        return Math.Sqrt(sum / (BlackRadials.Count() - 1));
    }
}
/// <summary>
/// Среднее квадратическое отклонение радиальной площади тёмных участков
/// </summary>
public double BlackRadialPorosityDivergency
{
    get

```

```

    {
        var res = 0.0;
        for (var i = 1; i <= BlackRadials.Count(); i++)
        {
            res += BlackRadials[i - 1] / (2 * i - 1);
        }
        res = res / BlackRadials.Count();
        var sum = 0.0;
        for (var i = 1; i < BlackRadials.Count(); i++)
        {
            sum += Math.Pow(BlackRadials[i - 1] / (2 * i - 1) - res, 2);
        }
        return BlackRadialSqrt / res * 100;
    }
}
/// <summary>
/// Коэффициент вариации радиальной площади светлых участков
/// </summary>
public double WhiteRadialSqrt
{
    get
    {
        var res = 0.0;
        for (var i = 1; i <= WhiteRadials.Count(); i++)
        {
            res += WhiteRadials[i - 1] / (2 * i - 1);
        }
        res = res / WhiteRadials.Count();
        var sum = 0.0;
        for (var i = 1; i < WhiteRadials.Count(); i++)
        {
            sum += Math.Pow(WhiteRadials[i - 1] / (2 * i - 1) - res, 2);
        }
        return Math.Sqrt(sum / (WhiteRadials.Count() - 1));
    }
}
/// <summary>
/// Среднее квадратическое отклонение радиальной площади светлых участков
/// </summary>
public double WhiteRadialPorosityDivergency
{
    get
    {
        var res = 0.0;
        for (var i = 1; i <= WhiteRadials.Count(); i++)
        {
            res += WhiteRadials[i - 1] / (2 * i - 1);
        }
        res = res / WhiteRadials.Count();
        var sum = 0.0;
        for (var i = 1; i < WhiteRadials.Count(); i++)
        {
            sum += Math.Pow(WhiteRadials[i - 1] / (2 * i - 1) - res, 2);
        }
        return WhiteRadialSqrt / res * 100;
    }
}
public int MinX
{
    get;
    set;
}
public int MaxX
{

```



```

    get;
    set;
}
public int MinY
{
    get;
    set;
}
public int MaxY
{
    get;
    set;
}
public DivergencyType Type
{
    get;
    set;
}
}
public DivergencyModel(Brick brick)
{
    BlackSectors = new double[brick.SectorialCount];
    WhiteSectors = new double[brick.SectorialCount];
    SectorsCount = brick.SectorialCount;
    BlackRadials = new double[brick.RadialCount];
    WhiteRadials = new double[brick.RadialCount];
    RadialsCount = brick.RadialCount;
    MedianColor = brick.Color;
    Type = brick.Type;
    var extremePoints = new Point[4];
    foreach (var item in brick.Items)
    {
        var height = item as Height;
        if (height != null)
        {
            extremePoints[0] = height.Begin;
            extremePoints[1] = height.End;
        }
        var width = item as Width;
        if (width != null)
        {
            extremePoints[2] = width.Begin;
            extremePoints[3] = width.End;
        }
        var sizeLine = item as SizerLine;
        if (sizeLine != null)
        {
            PixelsInCentimeter = MathHelper.Distance(sizeLine.Begin, sizeLine.End);
        }
    }
    MinX = extremePoints.Min(x => x.X);
    MaxX = extremePoints.Max(x => x.X);
    MinY = extremePoints.Min(x => x.Y);
    MaxY = extremePoints.Max(x => x.Y);
    if (MaxX - MinX > MaxY - MinY)
    {
        var centerX = (MaxX + MinX) / 2;
        MaxX = centerX + (MaxY - MinY) / 2;
        MinX = centerX - (MaxY - MinY) / 2;
    }
    else
    {
        var centerY = (MaxY + MinY) / 2;
        MaxY = centerY + (MaxX - MinX) / 2;
        MinY = centerY - (MaxX - MinX) / 2;
    }
}

```


(Проект)

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НИПРОМТЕКС» (г. Железногорск)

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
СТО 8397-001-70738888-2016**

НЕТКАНЫЙ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ
Методика оценки качества

Предисловие

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН кафедрой «Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Чернышева О.В. от «___» _____ 20__ г. № _____
3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1. Область применения.....	318
2. Нормативные ссылки.....	318
3. Термины и определения.....	318
4. Блок-схема алгоритма методики оценки качества геотекстильного нетканого материала.....	319
5. Формирование номенклатуры показателей качества по соответствующим группам.....	321
6. Нормирование единичных показателей качества.....	323
7. Ранжирование и построение обобщенной оценки качества.....	324
8. Установление уровней градации качества по шкале порядка.....	326

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

НЕТКАНЫЙ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ
Методика оценки качества

Дата введения – 2016 - ____ - ____

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на нетканый геотекстильный материал, применяемый в дорожном строительстве.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 16919-79 ПОЛОТНА ТЕКСТИЛЬНЫЕ НЕТКАНЫЕ. Нормы допускаемых отклонений по показателям физико-механических свойств.

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации.

РД-50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции. – М.: Стандартиформ, 1985. – 8 с.

ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. – М.: Инфрмавтодор, 2014.

3 Термины и определения

Нетканый геотекстильный материал: это плоское водопроницаемое полотно, изготовленное иглопробивным способом.

Качество: это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям.

Оценка качества: это совокупность операций, выполняемых с целью оценки соответствия конкретной продукции установленным требованиям.

Единичный показатель качества (ЕПК) продукции: показатель качества, количественно характеризующий рассматриваемое свойство.

Комплексный показатель качества: характеризует совокупность ЕПК, образующих условную (средневзвешенную) или реальную оценку качества продукции.

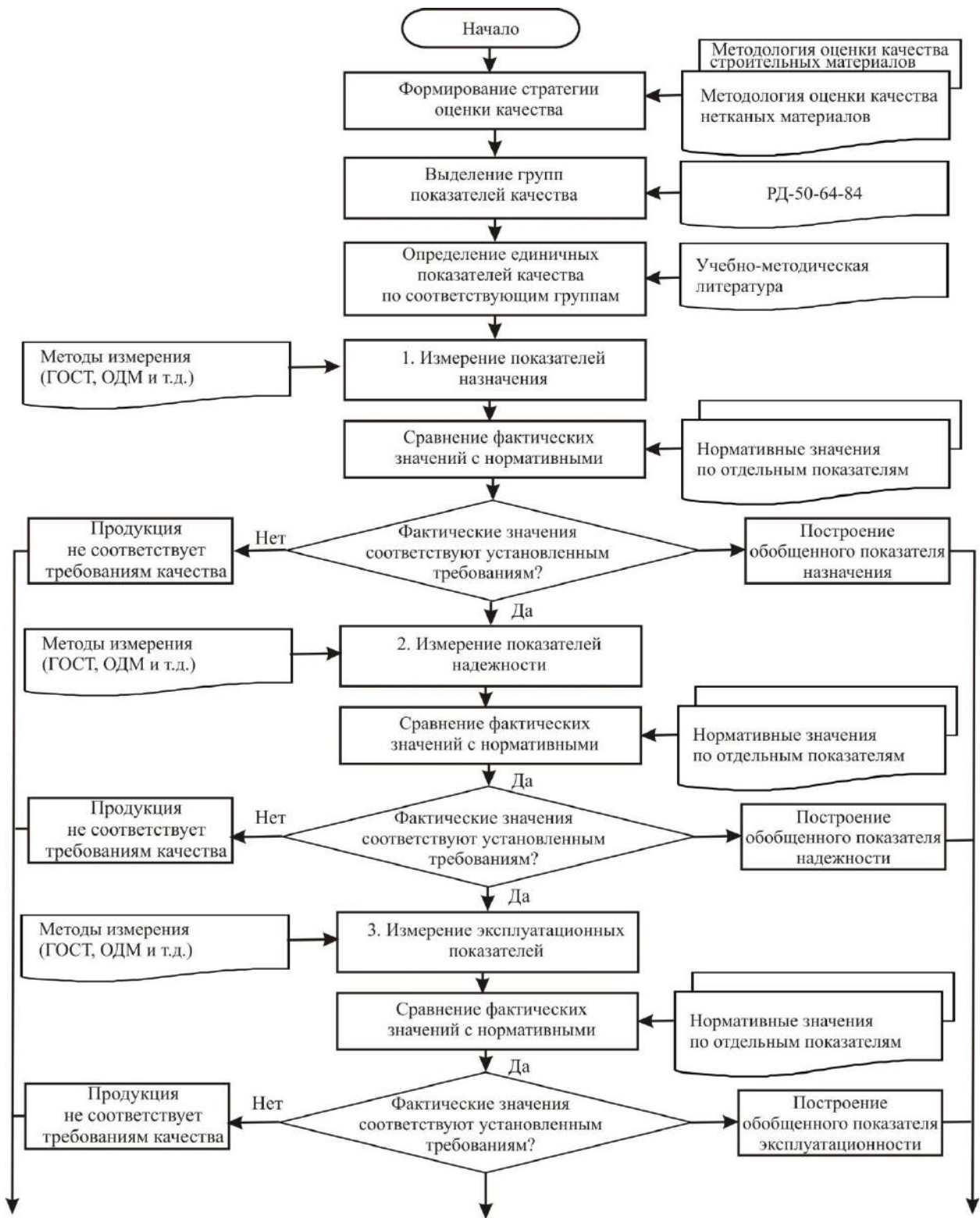
4. Блок-схема алгоритма оценки качества геотекстильного нетканого материала

Предлагаемая стратегия в оценке качества нетканых геотекстильных материалов состоит в последовательности операций, показанных на рис. 1



Рис. 1

Рабочая блок-схема предлагаемого алгоритма оценки качества изображена на рис. 2.



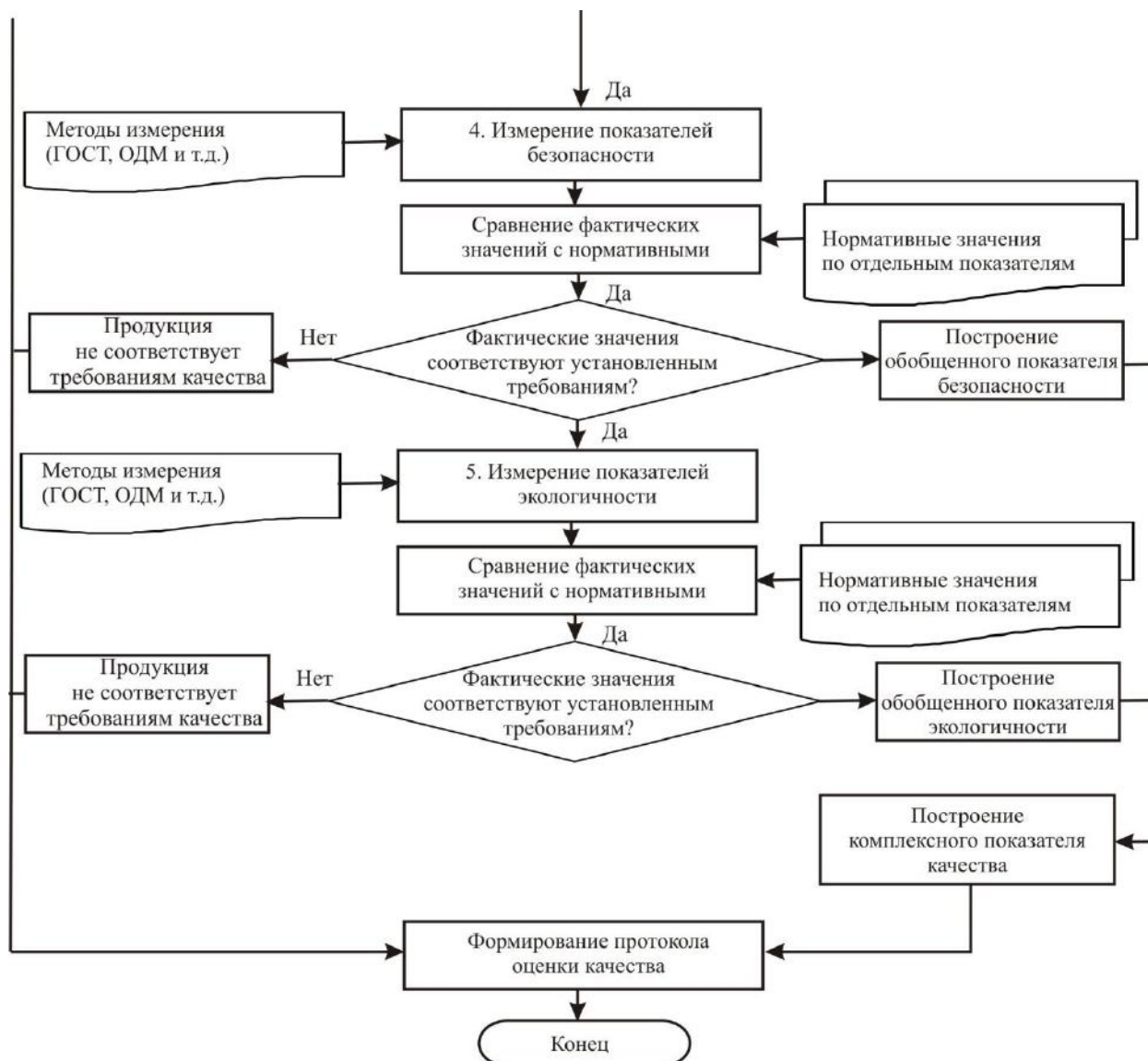


Рис. 2

5. Формирование номенклатуры показателей качества по соответствующим группам

Распределение свойств нетканых иглопробивных геотекстильных материалов по соответствующим группам функционального назначения приведено в табл. 1.

Таблица 1

Группа свойств	Отдельные (простые) свойства
Назначения	Сырьевой состав Ширина Толщина Материалоемкость
Надежности	Прочность при растяжении (по длине) Прочность при растяжении (по ширине) Удлинение (по длине) Удлинение (по ширине) Ударная прочность
Эксплуатационных свойств	Водопроницаемость Теплостойкость Морозостойкость
Безопасности	Огнестойкость (устойчивость к воспламеняемости) Токсичность (безвредность химического состава материала)
Экологичности	Грибоустойчивость Устойчивость к воздействию агрессивных сред Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения

В таблице 2. приведены количественные характеристики (показатели) свойств, представленных в таблице 1.

Таблица 2

Качественная характеристика	Количественные характеристики и единицы их измерения
1	2
Группа свойств «Назначения»	
Сырьевой состав	Наименование различных видов волокон, входящих в изделие, шт. Номинальная массовая доля различных видов волокон, %
Ширина	Номинальная ширина, см Максимальная ширина, см Минимальная ширина, см
Толщина	Номинальная толщина, мм Максимальная толщина, мм Минимальная толщина, мм
Материалоемкость	Номинальная поверхностная плотность, г/м ² Минимальная поверхностная плотность, г/м ²
Группа свойств «Надежности»	
Прочность при растяжении (по длине)	Разрывная нагрузка по длине, кН/м Прочность при расслаивании по длине, кН/м Прочность при раздирании по длине, кН/м Прочность закрепления волокон, кН/м
Прочность при растяжении (по ширине)	Разрывная нагрузка по ширине, кН/м Прочность при расслаивании по ширине, кН/м Прочность при раздирании по ширине, кН/м
Удлинение (по длине)	Относительное удлинение при разрыве по длине, % Абсолютное удлинение при разрыве по длине, мм

1	2
Удлинение (по ширине)	Относительное удлинение при разрыве по ширине, % Абсолютное удлинение при разрыве по ширине, мм
Ударная прочность	Коэффициент вариации по ударной прочности, мм Стандартное отклонение, кН/м
Группа «Эксплуатационные свойства»	
Водопроницаемость	Коэффициент фильтрации в вертикальном (перпендикулярном к плоскости) и горизонтальном к плоскости, м/сут Размер пор, мкм Максимальный размер частиц грунта, мм
Теплостойкость	Показатель стойкости к тепловому старению, кН/м Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Морозостойкость	Показатель морозостойкости, кН/м
Группа свойств «Безопасности»	
Огнестойкость	Показатель огнестойкости, °С
Токсичность	Индекс токсичности, %
Группа свойств «Экологичности»	
Грибоустойчивость	Показатель стойкости геосинтетических материалов к микроорганизмам, балл
Устойчивость к воздействию агрессивных сред	Показатель стойкости геосинтетических материалов к воздействию агрессивных сред, кН/м
Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения	Показатель устойчивости геосинтетических материалов к воздействию ультрафиолетового излучения, кН/м

6. Установление нормативных и фактических значений единичных показателей качества

Таблица 3

Показатели	Значения		Коэффициент весомости
	базовые (нормативные)	фактические*	
1	2	3	4
Группа назначения			0,11
Сырьевой состав, %	100	100	0,21
Ширина, см	520	520	0,15
Толщина, мм	2,7	2,5	0,31
Материалоемкость, г/м ²	350	349	0,33
Группа надежности			0,19
Прочность при растяжении (по длине), кН/м	11,0	11,3	0,32
Прочность при растяжении (по ширине), кН/м	12,0	12,2	0,29
Удлинение (по длине), %	100	74,4	0,14
Удлинение (по ширине), %	100	84,1	0,12
Ударная прочность, мм	16,0	15,1	0,13
Группа эксплуатационные свойства			0,13
Водопроницаемость (коэффициент фильтрации), м/сут	35,0	20,9	0,50
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,151	0,147	0,27
Морозостойкость, %	90	90	0,23

1	2	3	4
Группа безопасности			0,27
Огнестойкость (устойчивость к воспламеняемости) ⁰ С	100	80	0,50
Токсичность (безвредность химического состава материала), %	120	120	0,50
Группа экологичности			0,30
Грибоустойчивость	не выше ПГ ₁₁₃	не выше ПГ ₁₁₃	0,50
Устойчивость к воздействию агрессивных сред, %	90	88	0,27
Устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения, %	70	73	0,23

*Примечание: фактические значения приведены по результатам испытаний в качестве примера для расчета

7. Ранжирование и построение обобщенной оценки качества

Ранжирование показателей качества можно осуществить экспертным методом. По данным экспертного опроса, проведенного среди специалистов промышленных предприятий, производящих нетканые геотекстильные материалы, значений коэффициентов весомости по показателям качества можно принять следующими:

- *по группе «Назначение»*: сырьевой состав (0,21); ширина (0,15); толщина (0,31); материалоемкость (0,33) (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

- *по группе «Надежность»*: прочность при растяжении (по длине) (0,32); прочность при растяжении (по ширине) (0,29); удлинение (по длине) (0,14); удлинение (по ширине) (0,12) и ударная прочность (0,13) (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

- *по группе «Эксплуатационные свойства»*: водопроницаемость (0,50); теплостойкость (0,27) и морозостойкость (0,23) (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

- *по группе «Безопасность»* принимали как равнозначные. Таким образом, коэффициенты весомости для выбранных показателей ЕПК по группе "Безопасность" составили: огнестойкость (устойчивость к воспламеняемости) (0,50) и ток-

сичность (безвредность химического состава материала) (0,50) при сохранении условия $\sum_1^2 \alpha = 1$.

- по группе «Экологичность»: грибоустойчивость (0,50); устойчивость к воздействию агрессивных сред (0,27) и устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения (0,23) (сумма коэффициентов весомостей равняется единице).

Для построения обобщенного показателя Q применяют арифметический способ усреднения в виде:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_{xi} \alpha_i, \quad (1)$$

где $(q_x)_i$ - дифференциальный показатель качества;

α_i - весомость i-го показателя качества ($\sum_i^n \alpha_i = 1$).

С учетом данных приведенных в таблице 3 обобщенный показатель по соответствующим группам составит:

- для группы «Назначение»:

$$\text{ОПК}_{\text{назн.}} = \frac{100}{100} \cdot 0,21 + \frac{520}{520} \cdot 0,15 + \left(\frac{2,7}{2,5}\right)^{-1} \cdot 0,31 + \left(\frac{350}{349}\right)^{-1} \cdot 0,33 = 0,97;$$

- для группы «Надежность»:

$$\begin{aligned} \text{ОПК}_{\text{надеж.}} &= \frac{11,0}{11,3} \cdot 0,32 + \frac{12,0}{12,2} \cdot 0,29 + \left(\frac{100}{74,4}\right)^{-1} \cdot 0,14 + \left(\frac{100}{84,1}\right)^{-1} \cdot 0,12 + \\ &+ \left(\frac{16,0}{15,1}\right)^{-1} \cdot 0,13 = 0,91; \end{aligned}$$

- для группы «Эксплуатационные свойства»:

$$\text{ОПК}_{\text{эксп. св-ва}} = \left(\frac{35,0}{20,9}\right)^{-1} \cdot 0,50 + \left(\frac{0,151}{0,147}\right)^{-1} \cdot 0,27 + \frac{90}{90} \cdot 0,23 = 0,78;$$

- для группы «Безопасность»:

$$\text{ОПК}_{\text{безоп.}} = \left(\frac{100}{80}\right)^{-1} \cdot 0,50 + \frac{120}{120} \cdot 0,50 = 0,90;$$

- для группы «Экологичность»:

$$\text{ОПК}_{\text{эколог.}} = \frac{1,0}{1,0} \cdot 0,50 + \left(\frac{90}{88}\right)^{-1} \cdot 0,27 + \frac{70}{73} \cdot 0,23 = 0,98.$$

В дальнейшем, используя выражение (1), рассчитают комплексный показатель качества нетканого геотекстильного материала:

$$Q = 0,97 \cdot 0,11 + 0,91 \cdot 0,19 + 0,78 \cdot 0,13 + 0,90 \cdot 0,27 + 0,98 \cdot 0,3 = 0,90.$$

8. Установление уровней градации качества по шкале порядка

Для перехода из абсолютной шкалы в шкалу порядка необходимо воспользоваться данными табл. 4.

Таблица 4

Значение КПК (по шкале отношений)	Уровень градации (по шкале порядка)	Оценка в баллах
0,76...1,00	Высокое	5
0,51...0,75	Хорошее	4
0,26...0,50	Удовлетворительное	3
0,00...0,25	Низкое	2

На основании результатов, представленных в табл. 4, можно сделать вывод, что полученное значение $Q = 0,90$ соответствует высокому уровню (5 баллов) качества исследуемого геотекстильного полотна.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования



"Ивановский государственный
политехнический университет"
(ФГБОУ ВО «ИВГПУ»)



ул. 8 Марта, д. 20, г. Иваново, 153037

Тел.: (4932) 32 85 40 E-mail: inf@ivgpu.com
Факс: (4932) 37 19 42 http://www.ivgpu.com
(4932) 30 00 74

ОКПО 10704446 ОГРН 1133702011222
ИНН/КПП 3702698511/370201001

18.10.2016 № 014
На № _____ от _____

"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО «ИВГПУ»

Шутенко В.В.

2016 г.



Справка

о внедрении в учебный процесс результатов диссертационной работы
Грузинцевой Натальи Александровны
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Результаты диссертационной работы соискателя кафедры "Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология" Грузинцевой Н.А. на тему "Методологическое обеспечение организации производства геотекстильных материалов для дорожного строительства" внедрены в учебный процесс студентов и магистров:

- по направлению 27.03.01 "Стандартизация", профиль "Стандартизация и сертификация";
- по направлению: 27.03.02 "Управление качеством", профиль "Управление качеством в производственно-технологических системах";
- по направлению: 27.04.01 "Стандартизация и метрология", магистерская программа "Техническое регулирование и метрологическое обеспечение контроля качества";
- по направлению: 27.04.02 "Управление качеством, магистерская программа "Управление качеством в производственно-технологических комплексах".

К основным результатам диссертационной работы, используемым в учебном процессе, относятся следующие: системный анализ и проектирование, функциональное и имитационное моделирование, информационные технологии, методы математической статистики, положения теории организации строительного производства.

Указанные результаты включены в рабочие учебные планы следующих дисциплин:


- Управление качеством в производственно-технологических системах;
- Средства и методы управления качеством;
- Основы технологии производства;
- Практика QFD-проектирования процессов и продукции;
- Статистические методы контроля и управления качеством;

- Информационные технологии в управлении качеством и защита информации;
- Технология разработки стандартов и нормативной документации;
- Экономика качества, стандартизация и сертификация;
- Современные проблемы обеспечения качества и конкурентоспособности продукции;
- Управление процессами и проектами;
- Метрологическое обеспечение контроля качества;
- Методы и средства измерений, испытаний и контроля;
- Технология технического контроля.


Директор планирования и организации
учебного процесса

 Е.В. Зиновьева

Директор Текстильного института ИВГПУ

 Н.А. Кулида

Декан факультета текстильных технологий
и индустрии моды

 Н.В. Евсеева

Заведующий кафедрой
"Материаловедение, товароведение,
стандартизация и метрология"

 А.Ю. Матрохин

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования



"Ивановский государственный
политехнический университет"
(ФГБОУ ВО «ИВГПУ»)



ул. 8 Марта, д. 20, г. Иваново, 153037

Тел.: (4932) 32 85 40 E-mail: inf@ivgpu.com
Факс: (4932) 37 19 42 http://www.ivgpu.com
(4932) 30 00 74

ОКПО 10704446 ОГРН 1133702011222
ИНН/КПП 3702698511/370201001

10.10.2016 № 8/М
На № _____ от _____

СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационной работы
Грузинцевой Натальи Александровны
на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Результаты диссертационной работы соискателя кафедры "Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология" Грузинцевой Н.А. на тему "Методологическое обеспечение организации производства геотекстильных материалов для дорожного строительства" были успешно использованы в научной деятельности Ивановского государственного политехнического университета.

1. Разработанное Грузинцевой Н.А. методологическое обеспечение по формированию фактического плана технологического контроля при производстве нетканого геотекстильного материала, используемого в дорожном строительстве по критерию достижения высокого качества, а также оценки качества укладки геотекстильного материала в земляное полотно внесло весомый вклад в развитие научной школы ИВГПУ "Развитие теории и практики организации строительного производства", активно развивающейся под руководством чл.-корр. РААСН, д.т.н., профессора Алояна Р.М., а также в развитии одного из приоритетных направлений научных изысканий кафедры МТСМ ИВГПУ.

2. Теоретические и практические результаты диссертационной работы были использованы при разработке госбюджетных НИР кафедры МТСМ ИВГПУ в работе по проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (№11.1898.2014/К) по теме «Разработка научно-технических основ технологии наноструктурной модификации полимерно-неорганических композиционных материалов для легкой промышленности и строительной индустрии» (2014-2016 гг.). По результатам диссертационной работы Грузинцевой Н.А. был выигран и успешно реализован грант ректора ИВГПУ (в номинации "Для поддержки научных исследований, выполняемых кандидатами наук, возраст которых не превышает 35 лет, докторантами и докторами наук, возраст которых не превышает 40 лет") в 2014 г.

3. Результаты диссертационной работы опубликованы в двух монографиях, одном учебном пособии и 55 научных работах, в том числе 25 работ в ведущих российских периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, что позволило существенно повысить индекс цитируемости ИВГПУ.

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО "ИВГПУ"
д.э.н., профессор



А.Б. Петрухин

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе
Ивановской государственной
текстильной академии

Е.Н. Калинин

20 11 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Технический директор

ЗАО "Дон-Текс"

Н.А. Чирская

20 11 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ НИР

Мы, нижеподписавшиеся, представители ЗАО "Дон-Текс" г. Шахты с одной стороны и представители Ивановской государственной текстильной академии (ИГТА) с другой стороны, составили настоящий акт о внедрении результатов научно-исследовательской работы по разработке современной методологии проектирования конкурентоспособности потребительских товаров с использованием информационных технологий. Методология, разработанная к.т.н., доцентом, соискателем кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ИГТА, основана на поэтапном определении всех составляющих конкурентоспособности продукции, а именно: экономической, производственной (качественной), торгово-сбытовой и маркетинговой. Для автоматизации процесса разработан пакет прикладных программ, который может быть усовершенствован с учетом требований потребителей.

Применение разработанной методологии позволит повысить конкурентоспособность отечественных потребительских товаров.

От ЗАО "Дон-Текс":

Ведущий специалист по разработке
новых технологий

Н.Я. Дружинина

От ИГТА:

Заведующий кафедрой МТСМ,
д.т.н., профессор

Б.Н. Гусев

Соискатель кафедры МТСМ,
к.т.н., доцент

Н.А. Грузинцева

ПОТВЕРЖДАЮ:
 Генеральный директор
 ООО «Рослан»

 А.Р. Данилов
 май 2015 г.




АКТ ПРИЕМКИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Настоящий акт составлен представителями ООО «Рослан» в лице генерального директора ООО «Рослан» Данилова А.Р. с одной стороны, и представителем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» (ИВГПУ) в лице докторанта кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии Грузинцевой Н.А. с другой стороны, в том, что результаты диссертационного исследования по вопросу формирования оптимального полного плана технологического контроля производственной продукции по критерию достижения высокого качества продукции прошли апробацию на предприятии ООО «Рослан».

На основании выполненных теоретических исследований разработана методика комплексной оценки результативности технологической цепочки производства нетканых геотекстильных материалов, используемых в дорожном строительстве. Применение данной методики позволило повысить качество производимого нетканого геотекстильного материала на всех этапах технологической цепочки, а именно: разрыхление и смеска; кардочесание; укладка; скрепление, а также резка и сворачивание в рулон.

Методика, разработанная Грузинцевой Н.А., рекомендована для оценки результативности технологического процесса для всех видов нетканых материалов, производимых на предприятии ООО «Рослан».

От ИВГПУ:
 Докторант кафедры МТСМ

 Н.А. Грузинцева

От ООО «Рослан»:
 Главный инженер

 Е.К. Паутов



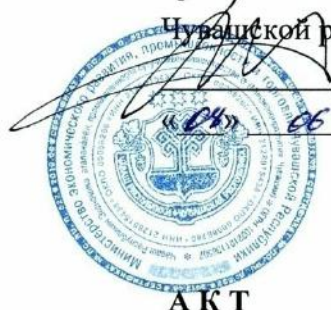
УТВЕРЖДАЮ:

Министр экономического развития,
промышленности и торговли

Чувашской республики

В.А. Аврелькин

2015 г.



А К Т

**о практическом применении результатов
научно-исследовательской работы**

Настоящим Актом удостоверяется, что Министерством экономического развития, промышленности и торговли Чувашской республики тщательно изучены теоретические и экспериментальные разработки, выполненные докторантом кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» Грузинцевой Наталей Александровной.

Предложенная Грузинцевой Н.А. методология комплексной оценки конкурентоспособности промышленного предприятия была апробирована на предприятиях легкой промышленности Республики Чувашия, в частности на предприятиях: ООО «Яхтинг», ООО «ОВАС» и ООО «ЧТФ» (г. Чебоксары).

В качестве рекомендаций вышеуказанным предприятиям предложена методика совершенствования ассортиментной политики для промышленного предприятия, в которой представлен пошаговый алгоритм оценки конкурентоспособного ассортимента выпускаемой продукции.

Для практического применения методики оценки конкурентоспособного ассортимента предприятиям предложено информационное обеспечение. Разработанный программный продукт скомпилирован в exe приложение, что позволяет избежать установки и использования оболочки Java 8 на предприятии.

Отдельные результаты научно-исследовательской работы докторанта Грузинцевой Н.А., связанные с повышением конкурентоспособности про-

мышленных предприятий, будут использованы при реализации «Стратегии социально-экономического развития Чувашской республики до 2020 года» в пункте 2 «Обеспечение высоких темпов экономического роста» в разделе 2.1. «Повышение инновационной активности и восприимчивости организаций к передовым технологиям».

Начальник отдела
промышленной политики
Минэкономразвития Чувашии



Р.Ф. Егоров



ДЕПАРТАМЕНТ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА И ТРАНСПОРТА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

153013 г.Иваново, ул. Куконковых, 139 тел. (4932)56-17-04 факс (4932)56-56-24 e-mail
doroga@ivavtodor.ru

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. начальника Департамента
дорожного хозяйства и транспорта
Ивановской области



А.А. Шушкин
2016 г.

АКТ

о внедрении результатов НИР

Настоящий акт составлен представителями Департамента дорожного хозяйства и транспорта Ивановской области в лице начальника управления организации дорожной деятельности Филатовым А.Т., с одной стороны, и представителями федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» (ИВГПУ) в лице докторанта кафедры «Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология» (МТСМ) Грузинцевой Н.А., с другой стороны, в том, что результаты диссертационного исследования по проблеме разработки методики оценки качества укладки геотекстильного материала (ГТМ) в земляное полотно, прошли апробацию в Департаменте дорожного хозяйства и транспорта Ивановской области.

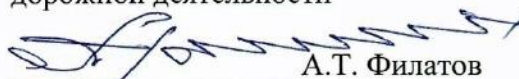
Применение данной методики позволяет повысить контроль за качеством дорожных работ на всех этапах укладки ГТМ в земляное полотно, а именно: подготовки к укладке; укладки ГТМ; соединения полос ГТМ; засыпки и уплотнения ГТМ. Приоритетность представленной методики подтверждена разработанной на кафедре МТСМ ИВГПУ компьютерной программой, которая позволяет автоматизировать процесс оценки качества укладки геотекстильных материалов в земляное полотно при ремонте и строительстве всех классов автомобильных дорог.

Методика, разработанная на кафедре МТСМ ИВГПУ рекомендована для оценки качества укладки ГТМ в земляное полотно при ремонте и строительстве автомобильных дорог в г. Иваново и Ивановской области в зависимости от гидрогеологических условий района проложения дороги, а также типа грунтов.

**От Департамента дорожного
хозяйства
и транспорта Ивановской области:**

От ИВГПУ:

Начальник управления организации
дорожной деятельности


А.Т. Филатов

Начальник отдела содержания и
сохранности автомобильных дорог


А.Г. Гадалов

Докторант кафедры МТСМ,
к.т.н., доцент


Н.А. Грузинцева

Зав. кафедрой МТСМ,
д.т.н., профессор


Б.Н. Гусев

УТВЕРЖДАЮ:

Управляющий директор
ООО «НИПРОМТЕКС»«04» _____ О.В. Чернышов
2016 г.

АКТ
приемки научно-исследовательской работы

Настоящий акт составлен представителями ООО «НИПРОМТЕКС» в лице руководителя бизнес-направления «Нетканые материалы» Снежко Т.В., с одной стороны, и представителем ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (ИВГПУ) в лице докторанта кафедры "Материаловедение, товароведение, стандартизация и метрология" Грузинцевой Н.А., с другой стороны, в том, что результаты диссертационного исследования в виде методического обеспечения комплексной оценки качества нетканых геотекстильных материалов, оформленной в виде стандарта организации, прошли апробацию на предприятии ООО «НИПРОМТЕКС» (г. Железногорск Курской области).

На основании выполненных теоретических исследований разработана методика комплексной оценки качества геотекстильных материалов. Базовой основой данной методики являлись рекомендаций РД-50-64-84 «Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции».

Для оценки качества геотекстильных материалов сформирована номенклатура по существующим группам показателей: *назначения* (сырьевой состав; ширина; толщина и поверхностная плотность); *надежности* (прочность при растяжении (по длине и ширине); удлинение (по длине и ширине) и ударная прочность); *эксплуатационные свойства* (коэффициент фильтрации; коэффициент теплопроводности и морозостойкость); *безопасности* (устойчивость к воспламеняемости; безвредность химического состава материала) и *экологичности* (грибоустойчивость; устойчивость к воздействию агрессивных сред и ультрафиолетового излучения). Применение данной методики позволило производить оценку показателей качества последовательно по каждой группе и в комплексе. Комплексная оценка осуществлялась с использованием методов квалитметрии при условии соответствия значений показателей качества установленным нормам.

Данная методика позволяет выявлять несоответствия между нормативными (согласно ТУ) и фактическими (испытательная лаборатория) значениями показателей качества. На основании полученных результатов по абсолютной шкале произведенной продукции присваивается соответствующий (высокий, хороший, удовлетворительный или низкий) уровень качества по шкале порядка.

Методика, разработанная Грузинцевой Н.А., рекомендована для оценки качества производимой на предприятии ООО «НИПРОМТЕКС» продукции.

От ИВГПУ:
Докторант кафедры МТСМ

Н.А. Грузинцева

От ООО «НИПРОМТЕКС»:
Руководитель Бизнес-направления
«Нетканые материалы»

Т.В. Снежко