

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

на правах рукописи



Шанта Марина Владимировна

**Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при
производстве бытовой техники**

Специальность 05.02.23 - Стандартизация и управление качеством продукции

Диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор Е.Г. Семенова

Санкт-Петербург – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ	11
1.1. Состояние и перспективы развития рынка стиральных машин в России и за рубежом.	11
1.2. Эволюция теории управления производственными процессами и ее современное состояние	15
1.3. Нормативная и законодательная база, регламентирующая производство стиральных машин	28
1.4. Современный научно – методический инструментарий управления качеством продукции на различных стадиях жизненного цикла	46
1.5. Постановка цели и задач исследования	51
1.6. Выводы к разделу 1	56
2 КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ	60
2.1. Реестр потребительских свойств оценки технического уровня качества бытовой техники	60
2.2. Квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники	67
2.3 Оптимизация технических характеристик	72
2.4. Оценка результативности процессов производства бытовой техники	83
2.5. Выводы к разделу 2	92
3. МЕТОДИКИ И ПРОЦЕДУРЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ	94
3.1. Методика внедрения системы менеджмента качества на производстве бытовой техники	94
3.2. Разработка формализованной процедуры внедрения системы менеджмента измерений при производстве бытовой техники	99
3.3. Разработка процедуры мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции	107

3.3 Выводы к разделу 3	116
4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ	117
4.1 Методика оценки рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции	117
4.2 Процедура оценки и ранжирования рисков по качеству на сборочной линии	129
4.3 Вывод к разделу 4	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	150
ПРИЛОЖЕНИЕ А	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	170
ПРИЛОЖЕНИЕ В	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	186

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одним из приоритетных направлений развития страны является развитие отраслей промышленности, ориентированных на потребительский рынок, обеспечение для российских компаний равных условий конкуренции на российском и мировом рынках. Улучшение потребительских свойств продукции, которые в совокупности определяют ее качество, а также повышение технологической гибкости производственных процессов, определяются внедрением элементов цифрового производства в рамках концепции «Индустрия 4.0» на предприятиях всех уровней и отраслей производства.

В рамках реализации международных проектов, в частности проекта «Инициатива по закупкам в Российской Федерации», направленных на встраивание российских производителей комплектующих в цепочки поставок зарубежных предприятий (как крупнейших концернов, так и средних предприятий), возрастает актуальность соответствия качества производимой продукции на выполнение требований законодательной базы.

В ряде отраслей (аэрокосмическая и электронная промышленность, автомобилестроение и др.) на основе стандартов серии ИСО 9000 разработаны собственные стандарты управления качеством, которые учитывают характеристики и особенности продукции той или иной отрасли, и согласуются с законодательными инициативами по обеспечению безопасности продукции для потребителей.

В то же время производство бытовой техники не выделено в отдельную отрасль промышленности. Общие требования стандарта ИСО 9001-2015 являются универсальными и могут применяться любыми предприятиями независимо от рода деятельности, продукции и размера организации, определяют, что необходимо делать для внедрения системы качества, но фактически не раскрывают инструментарий мониторинга и обеспечения качества продукции.

Данная работа посвящена исследованию моделей и процедур контроля и обеспечения качества на производстве бытовой техники (БТ) на примере производства автоматических стиральных машин (АСМ).

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования обусловлена тем, что существует необходимость разрешения противоречия между существующей потребностью в развитии комплексного научно-методического инструментария мониторинга и обеспечения качества бытовой техники и отсутствием моделей и процедур контроля и обеспечения качества, учитывающих особенности производства и требований потребителя к бытовой технике.

Степень разработки проблемы. Существенный научный вклад в разработку теории квалиметрии и управления качеством внесли Э. Деминг, У. Детмер, Д. Джуран, К. Исикава, М. Имаи, А. Фейгенбаум, У. Шухарт, К. Янг и др. Решением задач, связанных с этой проблематикой, также занимались отечественные ученые Ю.П. Адлер, Б.В. Бойцов, В.А. Васильев, А.Г. Варжапетян, А.В. Гличев, М.М. Кане, В.А. Липатников, Е.Г. Семенова, Г.И. Коршунов и др.

Существует ряд стандартов по производству бытовой электротехники в части электрических, электронных и смежных технологий (ГОСТ Р МЭК 60335-1-2015; ГОСТ Р МЭК 62301-2011), по общим требованиям к надежности и энергоэффективности бытовых и электрических приборов (ГОСТ 275700-87; ГОСТ 17446-86; ГОСТ 26119-97), по требованиям к техническим условиям при производстве бытовой техники (ГОСТ Р 52084-2003, ГОСТ 30163.3-99 (МЭК 704-2-4-89), ГОСТ 8051-83, ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011). Несмотря на наличие множества отечественных и зарубежных научных трудов и стандартов в области управления качеством, модели и процедуры контроля и обеспечения качества бытовой техники отсутствуют.

Таким образом, тема исследования является, безусловно, актуальной, что позволило сформулировать цель, задачи, объект и предмет исследования.

Цель работы и задачи исследования. Целью работы является повышение результативности процессов производства бытовой техники на основе разработки моделей и процедур контроля и обеспечения качества.

Для достижения поставленной в диссертационном исследовании цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Выбор и обоснование методов и инструментов управления качеством бытовой техники на этапах жизненного цикла;
2. Разработка квалиметрической модели оценки технического уровня бытовой техники;
3. Разработка формализованных процедур внедрения системы менеджмента измерений и мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла;
4. Разработка методик оценки и анализа рисков при производстве бытовой техники.

Объектом исследования является производство автоматических стиральных машин.

Предметом исследования являются модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве автоматических стиральных машин.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы методы статистического анализа информации, квалиметрические методы оценки качества объектов, математические методы поддержки принятия решений, элементы теории системного анализа, теории математического моделирования.

Тематика работы соответствует пп.1, 2, 3, 4 паспорта специальности 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции».

Положения, выносимые на защиту:

– Квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, основанная на анализе потребительских свойств продукции,

включающая в себя развернутую номенклатуру показателей оценки технического уровня продукции.

– Формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, включающая в себя оценку воспроизводимости и сходимости результатов измерений на базе «Gage R&R» анализа и разработку системы аудита процесса метрологического обеспечения при производстве бытовой техники.

– Процедура мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции с обоснованием методов и инструментов управления качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники, в состав которой входит алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества.

– Методика оценки рисков при производстве бытовой техники, основанная на анализе рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции.

Научной новизной обладают следующие результаты исследования:

1. Квалиметрическая модель оценки бытовой техники, отличающаяся тем, что учтена расширенная номенклатура показателей оценки технического уровня, учитывающая уточненные потребительские свойства продукции.

2. Формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, в отличие от существующих включающая в себя оценку сходимости и воспроизводимости результатов измерений на основе «Gage R&R» анализа, направленная на обеспечение качества процесса измерений.

3. Процедура мониторинга качества бытовой техники, в отличие от существующих включающая алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества, с обоснованием методов и инструментов управления качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники.

4. Методика оценки рисков при производстве бытовой техники, в отличие от существующих включающая оценку технических и экономических

рисков, позволяющая обеспечивать качество процесса гарантийного обслуживания продукции.

Практическая значимость полученных результатов состоит в следующем:

1. Применение разработанной квалиметрической модели оценки технического уровня качества бытовой техники на этапах разработки и реализации позволило обосновать исключение из производства модельного ряда планируемой и производимой продукции с недостаточным техническим уровнем, что привело к увеличению внешнего показателя качества АСМ (уровень технических отказов (ТСР)) на 6%.

2. Применение формализованной процедуры внедрения системы менеджмента измерений в ООО «ЛЕНРЕМОНТ» улучшило показатели плана своевременной калибровки на 8%.

3. Внедрение процедуры мониторинга качества бытовой техники в ООО «БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ» повысило результативность системы менеджмента качества предприятия с достаточного уровня (0,7) до высокого (0,9).

4. Применение методики оценки рисков при производстве бытовой техники на производстве улучшило внутренние и внешние показатели по качеству на 3%, снизило количество часов простоя производства на 5%, а также сократило уровень бракованной продукции на 6%.

5. Оценка уровня защищенности линии от возникновения рисков по качеству позволила выявить в ООО «Аристон Термо Русь» наиболее критичные рабочие операции, требующие доработки. В результате общий показатель уровня защищенности линии от возникновения рисков (Rg) был улучшен со среднего уровня риска (0,30) до низкого уровня риска (0,1), внешний показатель по качеству улучшен на 5%.

Внедрение результатов исследования обеспечило сокращение брака на заготовительном производстве ООО «БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ» на 5%, улучшило внутренний показатель по оценке качества продукции (уровень

взвешенных ошибок) на 6%, количество обращений на число произведенной продукции на 7%, гарантийные затраты сокращены на 5%.

Достоверность результатов диссертационного исследования основана на применении методов математической статистики, квалитетического оценивания, а также подтверждена результатами практического внедрения.

Личный вклад автора состоит в непосредственной разработке квалитетической модели оценки технического уровня качества бытовой техники, формализованной процедуры внедрения системы менеджмента измерений на производстве бытовой техники, процедуры мониторинга качества бытовой техники, а также методики оценки рисков при производстве бытовой техники.

Внедрение результатов диссертационного исследования

Результаты основных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационном исследовании, использованы в ООО «БСХ Бытовые приборы», являющейся дочерней компанией «BSH Bosch und Siemens Hausgeraete GmbH», в ООО «Аристон Термо Русь», ООО «ЛЕНРЕМОНТ», в образовательном процессе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», что подтверждено актами внедрения.

Апробация результатов работы. Основные результаты исследования докладывались и обсуждались на:

- XVI Международной научно-практической конференции «Управление качеством», Москва, 2017 г.;
- V Международных научных чтениях (памяти В.Ф. Петрушевского), Москва, 2016 г.;
- XIII Международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований», Москва, 2017 г.;
- XIV Международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и достижения», North Charleston, USA- 2017 г.;

- XVI-й Международная научно-практической конференции «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы», Москва, 2017 г.;
- Международном Форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий», СПб, 2019 г.,
- MIST Aerospace 2018: International Workshop "Advanced Technologies in Aerospace, Mechanical and Automation Engineering", Krasnoyarsk, 2018
- International Conference on Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies - AGRITECH-2019, Krasnoyarsk, 2019.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 16 печатных работах, из которых 6 статей опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, 2 статьи в сборниках докладов, 8 статей в сборниках трудов конференций, в том числе 2 в научных изданиях Scopus.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка источников и приложений. Содержание работы изложено на 192 страницах машинописного текста.

1. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

1.1. Состояние и перспективы развития рынка стиральных машин в России и за рубежом.

Рынок крупной бытовой техники в России в течении последних лет претерпел существенные изменения, связанные с сокращением объёмов продаж в России в результате экономического кризиса 2015 года [51, 124]. Однако, 2017 и 2018 год демонстрируют тенденцию к постепенному восстановлению и стабилизации рынка внутри страны.

Под термином «бытовая техника» подразумевается электрические и механические приборы, предназначенные для использования в быту [125].

Бытовые приборы можно разделить на следующие подгруппы: крупная бытовая техника, мелкая бытовая техника и бытовая электроника. Крупная бытовая техника отличается от мелкой размерами и весом. К крупной бытовой технике относится оборудование, используемое для повседневных хозяйственных задач, таких как приготовление пищи, стирка или сохранение продуктов питания, и которые используют для своей работы электричество или топливо. К малой бытовой технике относятся небольшие, как правило, используемые для выполнения бытовых задач, такие как электрический нагреватель, кондиционер, вентилятор, электрический чайник, кофеварка, тостер. Бытовая электроника, как правило, предназначена для отдыха и развлечений и представляет собой такие категории как аудиоустройства, видеоустройства, персональные компьютеры, сотовые телефоны и т.д. В данном диссертационном исследовании объектом исследования является автоматическая стиральная машины (крупной бытовой техники), на примере которой производится дальнейший анализ рынка, производственных процессов и систем менеджмента качества.

Как и в целом на рынке крупной бытовой техники, продажи стиральных машин в денежном эквиваленте внутри страны растут замедленными темпами.

Согласно исследованиям рынка стиральных машин в России темпы прироста объема рынка стиральных машин в России в 2015-2016 гг. в натуральном выражении были отрицательными. Незначительное увеличение доли продаж стиральных машин на рынке наблюдается в 2017 году. На протяжении последних трех лет в России наблюдается подъем производства бытовых стиральных машин. В 2018 году в России было произведено 4 634 296 шт бытовых стиральных машин, что на 3,0% выше объема производства предыдущего года. Лидером производства бытовых стиральных машин в (шт) от общего произведенного объема за 2018 год стал Центральный федеральный округ с долей около 79,1%. В период 2015-2018 гг. средние цены производителей на бытовые стиральные машины упали на 0,8%, с 9 422,3 руб./шт. до 9 347,4 руб./шт. Наибольшее падение средних цен производителей произошло в 2018 году, тогда темп роста составил 3,4%. Средняя цена производителей на бытовые стиральные машины в 2018 году уменьшилась на 3,4% к уровню 2017 года и составила 9 347,4 руб./шт. Средняя розничная цена на машина стиральная автоматическая в 2018 году выросла на 2,9% к 2017 года и составила 23 832,5 руб./шт. [160].

Девальвация рубля и снижение спроса на стиральные машины на внутреннем рынке в связи с экономическим кризисом 2015 привело к тому, что компании, специализирующиеся на производстве стиральных машин существенно увеличили долю экспорта в страны СНГ (прежде всего в Украину, Белоруссию, Казахстан) и дальнего зарубежья. На данный момент Россия входит в группу крупных экспортеров стиральных машин, разделяя 7-е место с Германией и опережая, в частности, Швецию, США и Республику Корея. При этом с 2015 г. Страна стала нетто-экспортером стиральных машин, где преимущественно прибывает экспорт. Основные рынки сбыта: Польша (20,4% общего экспорта за 10 месяцев 2016 г.), Румыния (11%) и Италия (9,6%), крупные поставки реализованы также в Германию, Сербию, Латвию, Венгрию (по 1,5-2%). В СНГ главными рынками сбыта остаются Казахстан (19,1% общего экспорта), Украина (13,9%) и Белоруссия (7%). Всего поставки

осуществляются примерно в 50 стран мира. Однако следует отметить, что лидерами продаж как в России, так и в поставляемые страны являются компании, подавляющее большинство которых производит технику под иностранными марками. Среди них такие компании, как ООО "ЛГ ЭЛЕКТРОНИКС РУС", АО "ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ", ООО "БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ", ООО "БЕКО", ОАО "ВЕСТА", ООО "СМЕГ РУССИЯ", ООО "ВЕСТЕЛ-СНГ", Hotpoint-Ariston, BEKO.

Привлеченные ёмкостью российского рынка, невысокой стоимостью рабочей силы и исходных материалов многие мировые производители организовали в России собственные производства. В таких компаниях единая культура производства, контроль качества и разработка новых моделей ведется централизованно для всех дочерних предприятий. Все это повышает качество производимой продукции и, как следствие, ее конкурентоспособность. В результате многие отечественные производители вынуждены либо уйти с рынка, либо работать с зарубежными фирмами в условиях франчайзинга, либо соглашаться на совместное производство. На данный момент под российскими марками в основном производятся малогабаритные, полуавтоматические стиральные машины под такими марками, как Saturn, Renova, Эврика, Белоснежка, Славда, «Малютка», «Фея», «Радуга», «Ассоль», основные преимущества которых заключаются в следующем: компактные размеры, легкость, автономность, экономичность, техническая простота, доступная стоимость. Однако, несмотря на то, что продукция перечисленных марок отвечает всем современным требованиям безопасности, обладает большинством нужных функций и привлекает низкой ценой, продукция, произведенная под российскими марками, не является лидерами продаж на российском рынке. Для производства стиральных машин в России на сегодняшний день характерно: ограниченный ассортимент продукции, устаревший модельный ряд, несоответствие критериям современных потребительских свойств (недостаток разнообразия функциональных программ, неудовлетворительное качество стирки,

устаревший дизайн, необходимость постоянного контроля стирки, повышенный уровень шума), низкий технический уровень (высокий износ производственного оборудования, использование устаревших технологий).

На основании анализа российского рынка можно сформулировать следующие выводы:

- несмотря на влияние кризиса 2015 рынок крупной бытовой техники продолжает развиваться, в частности в 2018 году в России было произведено 4 634 296 шт бытовых стиральных машин, что на 3,0% выше объема производства 2017 года.

- стремительно растёт доля экспорта в стран СНГ и дальнего зарубежья. На данный момент Россия входит в группу крупных экспортеров стиральных машин, разделяя 7-е место с Германией и опережая, в частности, Швецию, США и Республику Корея.

- основной тенденцией на рынке стиральных машин является увеличение доли совместных предприятий. Среди них такие компании, как ООО "ЛГ ЭЛЕКТРОНИКС РУС", АО "ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ", ООО "БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ", ООО "БЕКО", ОАО "ВЕСТА", ООО "СМЕГ РУССИЯ", ООО "ВЕСТЕЛ-СНГ". В рамках реализации международных проектов, в частности проекта «Инициатива по закупкам в Российской Федерации», направленных на встраивание российских производителей комплектующих в цепочки поставок зарубежных предприятий (как крупнейших концернов, так и средних предприятий), возрастает число совместных производственных предприятий и доля производимой ими продукции;

- на данный момент под российскими марками в основном производятся малогабаритные, полуавтоматические стиральные машины, целевой аудиторией которых являются потребители с низкими доходами. Речь идет о таких отечественных марках стиральных машин, как «Малютка», «Фея», «Радуга», «Ассоль».

- существует необходимость поиска внутренних резервов повышения качества отечественной продукции и эффективности производственных предприятий.

1.2 Эволюция теории управления производственными процессами и ее современное состояние

За последние десятилетия производственные процессы эволюционировали до полноценных систем автоматизированного управления предприятием. Выделяют три стадии развития производства: доиндустриальную (преобладание ручного труда), индустриальную (промышленное производство с массовым использованием технологического оборудования) и постиндустриальную. В результате научно-технической революции середины XX в. произошел значительный скачок в развитии высоких технологий, все больше и больше преобладает тенденция к автоматизации всех отраслей народного хозяйства, включая производство. Научно-технический прогресс оказал решающее влияние на развитие производственных предприятий в РФ. Развитое национальное производство является ключевым фактором укрепления позиций страны на мировом рынке и обеспечения независимости национальной экономики страны от других стран. Что особенно актуально для РФ в условиях санкций и текущей международной ситуации.

Технический уровень предприятия определяется путем присвоения технологического уклада [87, 72]. Значительное отставание отечественных предприятий в сфере использования новых технологий, технического оснащения, недостаточная квалификация персонала и ограниченные возможности финансирования и обновления организационной структуры предприятия не позволяют присвоить значительной части отечественных предприятий соответствие даже 4 технологическому укладу, что негативно влияет на производительность и качество продукта [6, 7, 80]. На сегодняшний день существует необходимость поиска внутренних резервов повышения

качества отечественной продукции и эффективности производственных предприятий путем снижения издержек производства и различных видов потерь, а так же разработки простых и удобных методик и моделей оценки и повышения качества продукции, соответствующих потребностям потребителя.

Различные отрасли промышленного производства, как и предприятия одной отраслевой принадлежности, значительно отличаются друг от друга. Состав подразделений предприятия, специализирующегося на производственной деятельности, определяется особенностями конструкции производимой продукции и технологии ее изготовления, масштабами производства, характером создаваемой продукции. На рисунке 1 представлена схема взаимосвязей факторов, определяющих производственную структуру предприятия.



Рисунок 1 – Схема взаимосвязей факторов, определяющих производственную структуру предприятия

Процесс производства представляет собой совокупность технологических операций, разработанных для производства той или иной продукции и разнообразных ключевых, управляющих и поддерживающих

процессов. В общем виде схема процессов и их взаимодействие представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема процессов и их взаимодействие

Ключевые процессы направлены на достижение целей и задач предприятия. Для того, чтобы ключевые процессы функционировали согласно задуманному стратегическому концепту, необходимы поддерживающие процессы. Управляющие процессы необходимы для стратегического планирования, а так же мониторинга и анализа ситуации и определения дальнейших путей совершенствования системы. Взаимосвязь процессов рассмотрена на примере производства АСМ и представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Взаимосвязь процессов производства при изготовлении АСМ

Построение производственного процесса и разработка продукта во многом основывается на требованиях и нуждах потребителей. Как правило,

российского потребителя привлекают узкие стиральные машины с фронтальной загрузкой и уменьшенной глубиной. Это обусловлено в основном жилищными условиями, а именно небольшими размерами ванных комнат и кухонь. Анализ потребительских свойств является важной составляющей оценки качества и конкурентоспособности товаров [104, 11, 2, 130, 73, 109].

Существуют базовые требования, регулируемые нормативной документацией, реализованные в спектре потребительских свойств продукции. В существующих исследованиях авторы выделяют следующие группы потребительских свойств: свойства целевого назначения, надежность, эргономические свойства, эстетические, экологические, свойства безопасности, экономичность продукции [18]. В некоторых исследованиях дополнительно рассматриваются экологические аспекты влияния на основные потребительские свойства продукта [113].

На основе существующих исследований, а так же требований национальных стандартов (ГОСТ Р МЭК 60456-2011, ГОСТ Р 56478-2015, ГОСТ ИЕС 60335-1-2015) автором диссертационного исследования выделены следующие группы потребительских свойств: безопасность (для здоровья, жизни и имущества потребителя), надежность (свойство выполнять требуемые функции в условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования согласно спецификации в течение заявленного времени), функциональные свойства (основные и вспомогательные функции), эргономичность (удобство пользования, гигиеничность, безвредность), экономичность (затраты на приобретение и эксплуатацию) и эстетичность (способность внешнего вида удовлетворять потребности потребителя) [34, 46, 47].

Функциональные свойства (I_0) можно представить следующей моделью:

$$I_0 = F(I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, I_{15}), \quad (1)$$

где I_{11} - показатель отстирываемости белья измеряется индексом эффективности стирки, I_{12} - оценка качества полоскания (производится за счет

измерения остаточной щелочности), I_{13} – эффективность отжима (данный параметр характеризуется показателем остаточной влажности белья после отжима).

Эффективность отжима оценивается при помощи присваивания стиральной машине класса отжима: чем выше класс, тем с большей скоростью вращается барабан в процессе отжима, и тем меньше остаточная влажность белья. Существует 7 классов отжима: от самого высокого - А до самого низкого - G. [33] Индексы эффективности класса отжима представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классы отжима

Класс	Влажность белья после стирки	Скорость отжима
А	Менее 45%	1600 об/мин
В	От 45 до 54%	1400 об/мин
С	От 54 до 63%	1200 об/мин
Д	От 63 до 72%	1000 об/мин
Е	От 72 до 81%	800 об/мин
F	От 81 до 90%	600 об/мин
G	Более 90%	400 об/мин

Износ белья (I_{14}) – важный показатель, характеризующий качество работы стиральной машины. Понять насколько быстро белье потеряет свои изначальные свойства можно при помощи расчета величины потери прочности. I_{15} – производительность. Данный показатель рассчитывается либо за счет вычисления, сколько кг белья можно постирать за один час, либо за счет расчета времени, необходимого для стирки 1 кг белья. Потребительские свойства для категории надежность (I_3) можно выразить при помощи следующей модели:

$$I_3 = F(I_{31}, I_{33}, I_{32}), \quad (2)$$

где I_{31} - показателями долговечности (характеризуется сроком службы), I_{33} – ремонтпригодность (средняя стоимость ремонта, среднее время ремонта), I_{32} - безотказность. Показатель характеризуется средним временем

наработки на отказ, либо наработкой до отказа. Нарботка до отказа характеризует среднее время работы прибора до первого отказа, при этом учитывается среднее арифметическое значение в результате испытания всей партии.

Оценка потребительских свойств бытовой техники следует также производить с точки зрения эргономичности (I_4). Эргономичность определяется удобством пользования и управления стиральной машины, наличием дополнительных элементов комфортности и дополнительных функций. Оценка эргономичности складывается из следующих показателей: I_{43} – наличие дополнительных функций, I_{41} – показатели удобства эксплуатации, I_{44} – показатели гигиеничности, I_{42} – безвредность. Таким образом, номенклатуру потребительских свойств категории эргономичность (ЭР) можно представить следующим выражением:

$$I_4 = F(I_{41}, I_{42}, I_{43}, I_{44}) \quad (3)$$

Дополнительные функции добавляют комфортности в эксплуатации и могут выгодно выделять ту или иную стиральную машину, являясь ее «визитной карточкой». Речь идет о таких функциях стиральной машины, как обработка паром (технологией Steam System, Steam Care -функция «Пар» и программа «Освежение»), система самодиагностики, система «Водопад» (поток воды во время стирки с разных сторон оmyвает бельё, что снижает время цикла и улучшает качество стирки). Разработана технология специальных движений «6 Motion», состоящая из 6 различных алгоритмов вращения барабана, максимально адаптированных к типам тканей и объему стираемого белья. Некоторыми производителями используется устройство авто дозировки моющих средств (технология Auto Dos, I-Dos, функция Twin Dos). Применение производителями воздушно-пузырькового генератора (технология Eco Bubble, Super Washing Performance) приводит к тому, что мельчайшие пузырьки проникают между волокнами тем самым, выбивают грязь из белья и повышают качество стирки. В качестве антибактериальных и

антивирусных средств используются свободные ионы серебра (функция «Nano Silver») или озон.

Показатель удобства эксплуатации выражается наличием дополнительных элементов комфортности. К таким элементам можно отнести возможность регулировки температуры и скорости отжима, наличие шланга для залива и слива воды, авто намотка шнура. Оценка гигиеничности характеризуется удобством очистки стиральной машины. На данный показатель влияет материал бака стиральной машины, материал кюветы и корпуса. Показатель безвредности рассчитывается по уровню звуковой мощности при стирке и отжиге.

Показатели экономических свойств стиральной машины представлены энергоэффективностью и стоимостью прибора:

$$I_5 = F(I_{45}, I_{46}, I_{47}, I_{48}), \quad (4)$$

где I_5 – энергоэффективность, I_{45} – расход воды, I_{46} – потребление энергии, I_{47} – мощность во включенном режиме, I_{48} – мощность в выключенном режиме.

Количество потребляемой энергии и воды напрямую зависит от вместимости стиральной машины. Стоимость рассчитывается исходя из эксплуатационных характеристик и наличия дополнительных функций. При выборе товара покупатель руководствуется размером прибора, номинальной загрузкой, классом энергопотребления, видом управления, частотой вращения центрифуги (количество оборотов) и наличием дополнительных функций (защита от детей, защита от протечек, система водопад и т.д.).

Под эстетическими свойствами в основном подразумевается внешний вид прибора (форма, материал изготовления корпуса, внешний дизайн). Данный параметр не регулируется нормативной документацией, и может быть оценен покупателями на бальной основе.

Показатели безопасности (I_2) складываются из двух составляющих:

$$I_2 = F(I_{22}, I_{21}), \quad (5)$$

где I_2 – безопасность, I_{22} – механическая безопасность. I_{21} – электрическая безопасность (проверка соответствия классу защиты от поражения

электрическим током, защиты от доступа к токоведущим частям, соответствие стандартам потребляемой мощности, потребляемого тока, измерение тока утечки и электрической прочности). Производитель должен обеспечивать полную безопасность потребителя в соответствии с ГОСТ ИЕС 60335-1-2015 [46].

Реестр потребительских свойств для оценки качества стиральной машины представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Реестр потребительских свойств оценки качества АСМ

ПС	Наименование свойства	Показатель свойства	Единица измерения:	Регламент:
Функциональность	Эффективность стирки	Отстирываемость белья	%	ГОСТ Р 56478-2015, ГОСТ 8051-83
	Качество полоскания белья	Количество стирального раствора, оставшегося в белье после полоскания	Мл/кг сухого белья	ГОСТ Р МЭК 60456-2011
	Эффективность отжима белья	Остаточная влажность белья после отжима	%	ГОСТ Р 55008-2012
	Износ белья при стирке	Потеря прочности	%	ГОСТ 8051-83
	Производительность	Показатель производительности машин	Кг сухого белья / час; время на 1 кг белья	не регулируется стандартом
Безопасность	Электро-безопасность	Защита от доступа к токоведущим частям	Доступны, не доступны	ГОСТ ИЕС 60335-1-2015 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования
		Потребляемая мощность	Вт	
		Потребляемый ток	А	
		Нагрев	К	
		Ток утечки	мА	
		Электрическая прочность изоляции	В/мм	
	Механическая безопасность	Наличие тормозящих, блокировочных устройств быстровращающихся элементов конструкции машины (отдельно встроенных центрифуг, стиральных барабанов)	Есть, нет	ГОСТ ИЕС 60335-2-7-2014 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Часть 2-7. Частные требования к

ПС	Наименование свойства	Показатель свойства	Единица измерения:	Регламент:
		Время торможения (до остановки) быстровращающихся элементов конструкции машин после срабатывания отключающих и блокирующих устройств	мин	стиральным машинам
Надежность	Долговечность	Интенсивность отказов	(отк/год)	не регулируется стандартом
		Средний срок службы изделия	кол-во лет	ГОСТ 8051-83
	Безотказность	Среднее время работы стиральной машины между параллельными отказами (время наработки на отказ)	Ч	не регулируется
		Среднее время работы стиральной машины до первого отказа (время наработки до отказа)	Ч	не регулируется
	Ремонтопригодность	Средняя стоимость ремонта	Руб.	не регулируется
		Средней стоимости ремонта к стоимости прибора	Руб.	не регулируется
		Среднее время ремонта	Ч	не регулируется
Эргономичность	Удобство эксплуатации	Наличие автономки шнура	Есть, нет	не регулируется
		Функция регулировки температуры и скорости отжима	Есть, нет	не регулируется
		Наличие световой индикации режимов работы	Есть, нет	не регулируется
		Наличие шланга для залива воды	Есть, нет	не регулируется
		Наличие насоса для слива воды	Есть, нет	не регулируется
	Наличие дополнительных функций	Наличие системы «Nano Silver»	Есть, нет	не регулируется
		Сотовый барабан стиральной машины	Есть, нет	не регулируется
		Барабаны VarioSoft	Есть, нет	не регулируется
		Программа «Анти-аллергия»	Есть, нет	не регулируется

ПС	Наименование свойства	Показатель свойства	Единица измерения:	Регламент:
		Программа «Интенсивное замачивание» (Bubble Soak)	Есть, нет	не регулируется
		stainRemoval (удаление 16 видов пятен)	Есть, нет	не регулируется
		Технология SteamSystem (обработка паром в виде 3 техник)	Есть, нет	не регулируется
		Технология SteamCare (функция «Пар» и программа «Освежение»)	Есть, нет	не регулируется
		Технология True Steam (стирка с паровым воздействием)	Есть, нет	не регулируется
		Функция обработки паром	Есть, нет	не регулируется
		Система самодиагностики	Есть, нет	не регулируется
		Функция I –Dos	Есть, нет	не регулируется
		Контроль степени загрузки	Есть, нет	не регулируется
		Технология специальных движений «6 Motion»	Есть, нет	не регулируется
		Система контроля пены	Есть, нет	не регулируется
		Технология TwinDos	Есть, нет	не регулируется
		Устройство автодозировки моющих средств AutoDos	Есть, нет	не регулируется
		Функция speedPerfect	Есть, нет	не регулируется
		Функция TimeManager	Есть, нет	не регулируется
		Технология Eco Bubble	Есть, нет	не регулируется
		Технология Super Washing Performance	Есть, нет	не регулируется
		Наличие фильтра для улавливания ворсинок	Есть, нет	не регулируется
		Наличие системы «водопад»	Есть, нет	не регулируется
		Функция сушки	Есть, нет	не регулируется
		Функция «отложенный старт»	Есть, нет	не регулируется
		Функция «ночной стирки»	Есть, нет	не регулируется

ПС	Наименование свойства	Показатель свойства	Единица измерения:	Регламент:
		Программа «быстрой стирки»	Есть, нет	не регулируется
		Программа «стирки шерсти»	Есть, нет	не регулируется
		Инверторный двигатель	Есть, нет	не регулируется
	Показатели гигиеничности (удобство чистки)	Материал бака стиральной машины	Балл	не регулируется
		Материал кюветы	Балл	не регулируется
		материал корпуса	Балл	не регулируется
	Безвредности	Корректированный уровень звуковой мощности при отжиге	дБ (А)	ГОСТ Р 56478-2015 ГОСТ 30163.3-99 (МЭК 704-2-4-89)
		Распространяемые по воздуху акустические шумы во время стирки	дБ(А)	ГОСТ Р 56478-2015 ГОСТ 30163.3-99 (МЭК 704-2-4-89)
Эстетические свойства	Внешний вид	Отсутствие визуальных дефектов	Балл	не регулируется
		Внешний дизайн	Балл	не регулируется
Экономические свойства	Энергоэффективность	Удельный расход воды, (л/кг)	л/кг	ГОСТ Р 56478-2015
		Мощность во включенном режиме	КВт/ч	ГОСТ Р 56478-2015
		Мощность в режиме выключено	КВт/ч	ГОСТ Р 56478-2015
		Потребление энергии	кВт/цикл	ГОСТ Р 56478-2015
	Стоимость	Розничная цена	Руб.	не регулируется

Оценка прибора с точки зрения безопасности, функциональности и надежности является базовой при анализе качества бытовой техники. Нормативная документация регламентирует требования к продукции, но нет методики оценки продукта с точки зрения его технического совершенства. Действующая ранее нормативная документация (ГОСТ 4.441-86 «Машины и приборы электробытовые. Номенклатура показателей качества», РД 50-165-82 «Методические указания. Выбор номенклатуры потребительских свойств

и показателей качества промышленных товаров народного потребления», ГОСТ 24886-86 «Номенклатура показателей качества промышленных товаров народного потребления») отменена, актуализация или замена стандартов не произведена. Различные методы оценки качества (модель оценки качества научно-технической продукции [70], комплексирования показателей с помощью различного вида средних [153], метод оценки качества на основе метода анализа иерархий [106] не подходят для оценки технического уровня бытовой техники. Методы либо используются при оценке комплексного показателя качества, либо не учитывают все показатели, необходимые для оценки технического уровня продукта. Необходимо разработать методику, позволяющую производителю оценить технический уровень продукции, определить и устранить «слабые стороны» производимой продукции. Необходима методика, которая позволит определить, какие технические характеристики необходимо внедрить при разработке нового продукта, при проведении мониторинга существующей или планируемой к производству бытовой техники, основываясь на актуальных требованиях и пожеланиях потребителя.

Таким образом, одним из ключевых факторов организации производственной деятельности является корректное составление процессной модели, с определением ключевых, управляющих и поддерживающих процессов, с определением целей, критериев оценки и методик расчета для того или иного этапа производства, основанных на требованиях и потребностях потребителей. В связи с этим актуальной задачей для данного диссертационного исследования является разработка карты процесса на примере производства стиральных машин на этапе производства с определением ключевых показателей процесса.

В ходе анализа потребительских свойств бытовой техники на примере производства стиральных машин, выявлено, что оценка приборов с точки зрения технической завершенности является бызовой оценкой, свидетельствующей о корректной, надежной и безопасной работе техники. В

нормативной документации и научной литературе установлены основные параметры и технические требования, но нет полной номенклатуры показателей, необходимых для оценки технического уровня продукта, разработанной на базе анализа потребительских свойств, нет методики оценки технического уровня, адаптированной для конкретного вида продукции. Разработка реестра потребительских свойств с развернутой номенклатурой показателей оценки технического уровня продукта согласно нормативной документации, расчет коэффициентов весомости для каждого уровня потребительских свойств, определение метода измерения каждого показателя и разработка квалиметрической модели и шкалы оценки технических свойств является актуальной задачей данного исследования.

1.3. Нормативная и законодательная база, регламентирующая производство стиральных машин

В Российской Федерации существует ряд правовых и регламентирующих документов, которые формируют базу регулируемую производственную деятельность. Это прежде всего: закон «О защите прав потребителей» [81], закон «О стандартизации» [83], закон «О техническом регулировании» [82], закон «Об обеспечении единства измерений» [84], закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» от 18 ноября 2009 года [86], отвечающие требованиям директив Комиссии Евросоюза по энергетике и транспорту ЕС, а также положениям национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 56478-2015. «Энергетическая эффективность. Машины стиральные и аналогичные» [35]. Тема экономичности и энергоэффективности особенно актуальна на данный момент в связи с политикой Российской Федерации, которая направлена на процесс гармонизации законодательства с нормами международного права в области энергетической эффективности, в частности европейскими. Однако, не смотря на мощную правовую и нормативную базу РФ не является мировым лидером по производству бытовой техники. При этом мировые лидеры в области производства бытовой техники такие как Samsung, Bosch, Siemens, LG стремительно развивают свои технологии, которые носят инновационный характер, высокое качество и доступность для нужд массовых потребителей.

Согласно стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года и Постановлению Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»» одним из приоритетных направлений технологического развития страны является развитие отраслей промышленности, ориентированных на потребительский рынок, обеспечение для российских компаний равных условий конкуренции на российском и мировом рынках [85, 116]. Государственная политика

предполагает стимулирование развития отечественных производств, способных производить качественную продукцию, соответствовать требованиям стандартов и норм, постоянно совершенствовать производимую продукцию, разрабатывать новые функции, оптимизировать существующие технические свойства продукции.

Следует отметить, что во многих отраслях (аэрокосмическая промышленность, автомобилестроение, электронная промышленность и др.) на основе стандартов серии ИСО 9000 разработаны собственные стандарты управления качеством, которые учитывают характеристики и особенности продукции той или иной отрасли, и согласуются с законодательными требованиями по обеспечению безопасности продукции для потребителей. В эти стандарты добавлены специфические требования, свойственные той или иной отрасли производства.

В таблице 3 представлен анализ отраслевых стандартов, разработанных на основе стандартов ИСО серии 9000.

Таблица 3 – Отраслевые стандарты, разработанные на основе стандартов серии ИСО 9000

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
Аэрокосмическая промышленность	AS/JISQ/EN 9100	Системы менеджмента качества – аэрокосмическая промышленность	Стандарт содержит дополнительные требования, свойственные космической, авиационной, а так же оборонной промышленности.
	AS9101C /EN9101 /SJAC9101	Оценка системы качества	В стандарте описан порядок проведения оценки соответствия системы менеджмента качества предприятия требованиям стандарта AS9100.
	AS9102A /EN9102 /SJAC9102	Требования по контролю опытного образца в аэрокосмической отрасли	Стандарт направлен на описание требований к документации, необходимой при проведении контроля опытных образцов продукции в аэрокосмической отрасли.

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
	AS9103 /EN9103 /SJAC9103	Управление изменениями ключевых характеристик	Стандарт описывает требования к процессам производства, связанных с планированием и изменениями ключевых характеристик, а так же их эффективным управлением.
	AS9104A /EN9104A /SJAC9104	Требования к программам сертификации/регистрации систем менеджмента качества в аэрокосмической отрасли	Стандарт предназначен для применения аудиторами органов по аккредитации и сертификации.
	AS9104-2 /EN9104-2 /SJAC9104-2	Требования по контролю программ сертификации/ регистрации систем менеджмента качества в аэрокосмической отрасли.	Стандарт описывают требования для оценки системы менеджмента качества поставщиков, в случае использования схемы ICOP (контроль производства другой стороны).
	AS9104-3 /EN9104-3 /SJAC9104-3	Требования к компетенции и программам обучения аудиторов для аэрокосмической отрасли.	Стандарт содержит требования к аудиторам СМК аэрокосмической отрасли (AQMS аудиторам).
	ARP9107 /EN9107	Руководство для компаний аэрокосмической отрасли по одобрению прямых поставок.	Стандарт определяет порядок действий при взаимоотношениях между проектной организацией и производственной организацией, а случае когда производственная организация имеет разрешение на выполнение прямых поставок.
	AS9110 /EN9110	Системы менеджмента качества – Аэрокосмическая промышленность – требования к организациям технического обслуживания.	Стандарт описывает ряд специальных требований, которые необходимо применять при внедрении СМК в организациях, чья деятельность связана с изготовлением оборудования, обеспечением обслуживания и ремонтом коммерческой авиации и военной продукции.
Аэрокосмическая промышленность	AS9111 /EN9111	Оценка систем менеджмента качества организаций технического обслуживания	Стандарт определяет требования к процессу разработки и представления отчета по оценке СМК организаций технического обслуживания аэрокосмической промышленности.

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
	ARP9114 /EN9114	Руководство для компаний аэрокосмической отрасли по прямой поставке	Этот стандарт представляет собой руководство для утвержденных производителей, их поставщиков и потребителей в ситуации, когда утвержденный производитель требует от своего поставщика выполнить поставку напрямую потребителю.
	AS9120 /EN9120	Системы менеджмента качества – аэрокосмическая промышленность – требования к дистрибьюторам в аэрокосмической отрасли.	Стандарт определяет требования к СМК организаций, производящих материалы и компоненты, а так же запасные части в аэрокосмической отрасли. Стандарт так же предназначен для предприятий, осуществляющих монтаж или перепродажу продукции аэрокосмической промышленности.
	AS9121 /EN9121	Оценка систем менеджмента качества дистрибьюторов.	В стандарте описан порядок проведения оценки соответствия системы менеджмента качества предприятия требованиям стандарта AS9120.
	AS9131 /EN9131 /SJAC9131	Системы менеджмента качества – Документация по несоответствиям.	Стандарт унифицирует данные и определяет порядок документооборота данных по несоответствиям, которыми обмениваются внутренние/внешние поставщики и потребитель, в случае необходимости информирования о несоответствиях.
	AS9132 /EN9132 /SJAC9132	«Data Matrix Quality Requirements for Parts Marking» – Требования к качеству матрицы данных для маркировки запчастей.	Стандарт описывает требования к маркировке металлических частей при использовании «Символики матрицы данных» в аэрокосмической промышленности.
	AS9133 /EN9133	Процедура отбора образцов в аэрокосмической отрасли.	В стандарте описаны методы отбора образцов продукции для подтверждения факта соответствия продукции требованиям и техническим спецификациям.

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
	ARP9134 /EN9134	Руководящие указания по управлению рисками в цепочке поставок.	Стандарт содержит руководящие указания, включающие в себя инструменты и техники по снижению и оценке рисков в цепочке поставок.
	ARP9162 /EN9162 /SJAC9162	Программы самопроверки оператора для аэрокосмической отрасли.	Стандарт содержит практические рекомендации для идентификации базовых элементов и структурирования программы самопроверки операторов.
	EN 14736	Оценка продукции космической отрасли – Обеспечение качества испытательных центров.	Стандарт содержит ряд требований, специфичных для испытательных центров, участвующих в европейских космических программах.
Автомобильная промышленность	ISO/TS 16949	Системы менеджмента качества. Дополнительные требования по применению ISO 9001 в автомобильном производстве и производстве автомобильных запчастей	В стандарте объединены требования стандартов: QS9000, TE9000, VDA 6.1, VDA 6.2 и VDA 6.4, EAQF, AVSQ.
	ГОСТ Р 51814.1-2009	Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части.	Аналог международного стандарта ISO/TS 16949:2009
	ГОСТ Р 51814.2-2001	Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов	Аналог «техники качества» FMEA
	ГОСТ Р 51814.3-2001	Системы качества в автомобилестроении. Методы статистического управления процессами	Аналог «техники качества» SPC
	ГОСТ Р 51814.4-2004	Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов	Аналог «техники качества» PPAP
	ГОСТ Р 51814.5-2005	Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов	Аналог «техники качества» MSA

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
	ГОСТ Р 51814.6-2005	Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов	Аналог «техники качества» APQP
	ГОСТ Р 51814.7-2005	Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Оценка систем менеджмента качества	Аналог «техники качества» QSA
Сельское хозяйство	ISO 22006-2012	Системы менеджмента качества – Руководящие указания по применению ISO 9001:2015 в растениеводстве	В стандарте даются дополнительные пояснения, каким образом этот раздел или конкретные требования стандарта ИСО 9001 могут применяться на предприятиях, занимающихся растениеводством.
Здравоохранение	ISO 15378:2017	Материалы внутренней упаковки для медицинских изделий – Специальные требования по применению ISO 9001:2015 по отношению к лучшим практикам производства (GMP).	Стандарт обеспечивает единое понимание требований и определений, предназначенных для использования в фармацевтической индустрии.
	ISO 13485:2017	Медицинские изделия – Системы менеджмента качества – требования для регулирующих целей.	Основной целью стандарта является разработка единых требований, разработанных на основе законодательных и нормативных документов, применяемых к медицинским изделиям, а так же требования системы менеджмента качества.
	ISO/TR 14969:2004	Медицинские изделия – Системы менеджмента качества – Руководство по применению ISO13485:2017.	В стандарте описаны примеры, методы и подходы, а так же руководящие указания по применению требований стандарта ISO13485:2017.
	ISO 14971:2011	Медицинские изделия – Применение управления риском к медицинским изделиям.	Стандарт определяет процесс оценки, контроля и мониторинга рисков и опасностей, связанных с производством и использованием медицинских изделий.
	ISO IWA1:2005	Системы менеджмента качества – Руководящие указания по улучшению	В стандарте даны рекомендации по применению, внедрению и повышению результативности СМК

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
		процессов в медицинских учреждениях.	для медицинских учреждений. Стандарт дополнительно включает в себя рекомендации и примеры реализации требований ISO 9001:2015 в медицинских учреждениях.
Нефтегазовая промышленность	ISO/TS 29001	Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Отраслевые системы менеджмента качества. Требования к организациям, поставляющим продукты и услуги.	ISO/TS 29001 основывается на требованиях ISO 9001, а также включает в себя добавочные требования по проектированию, разработке, производству, установке и обслуживанию (всего порядка 45 дополнительных требований). Добавочные требования направлены на предотвращение дефектов и снижение отклонений и потерь от работы поставщиков товаров и услуг. Также за счет этих специфических требований обеспечивается согласованность действий организаций, работающих в нефтегазовой отрасли, и повышаются гарантии качества поставок товаров и услуг.
Электронная промышленность	IEC 60300-1	Управление надежностью – часть 1. Системы управления надежностью	В настоящем стандарте установлена структура менеджмента надежности и приведено руководство по менеджменту надежности продукции, систем, процессов или услуг, связанных с использованием аппаратных средств, программного обеспечения и человеческих ресурсов или их сочетаний.
	IEC 60300-2	Управление надежностью – часть 2. Руководящие указания по управления надежностью	Требования настоящего стандарта могут быть использованы для системы управления большой организации, состоящей из нескольких предприятий, и могут быть приспособлены для системы управления предприятием малого бизнеса. Настоящий стандарт содержит рекомендации по управлению надежностью, а также дополняет основополагающий стандарт по системам управления

Отрасль	Стандарт	Название	Особенности
			надежностью СТ РК МЭК 60300-1-2009
Пищевая промышленность	ISO 22006:2018	Системы менеджмента качества. Руководящие указания по применению ISO 9001:2008 в растениеводстве.	В стандарте даны рекомендации по применению, внедрению и повышению результативности СМК в сельском хозяйстве. Стандарт включает в себя требования ISO 9001:2015 с пояснениями по их реализации в организациях, занятых в растениеводстве.
	НВ 90.4-2000	Пищевая промышленность – руководство по ISO 9001:2000.	Стандарт включает в себя рекомендации по внедрению требований ИСО 9001 в организациях, занимающихся изготовлением пищевой продукции, а так же ее упаковкой и хранением.
Телекоммуникация	TL 9000	TL 9000 Требования системы менеджмента качества. Руководство. Версия 4.0	Стандарт TL 9000 устанавливает требования к системе управления качеством в области телекоммуникаций, касающиеся проектирования, разработки, изготовления, монтажа и обслуживания продукции и услуг. Он также включает в себя производственные и финансовые показатели, определяющие надежность и эффективность бизнеса. Стандарт TL 9000 касается только организаций, действующих в телекоммуникационной промышленности и желающих внедрить сертифицированную систему менеджмента, пользующуюся международным признанием.

Поскольку практически вся современная техника управляется микроконтроллерами и является электрическими или электромеханическими устройствами так же действует ряд стандартов (ГОСТ Р МЭК 60335-1-2015; ГОСТ Р МЭК 62301-2011; ГОСТ 275700-87; ГОСТ 17446-86; ГОСТ 26119-97), регулирующих общие требования к электробезопасности, надежности и энергоэффективности бытовых и аналогичных электрических приборов [46, 49, 28, 26, 27].

Применительно к бытовой технике действуют общие требования международных и отечественных стандартов, предназначенные для применения ко всем организациям независимо от вида деятельности, продукции и размера организации. Речь идет о таких стандартах, как ISO 31000:2009, ISO 9001:2015, ИСО 22514-1:2014, ГОСТ Р 57193— 2016, ГОСТ Р 8.000—2015, ГОСТ Р 57524— 2017 [44, 42, 36, 38, 37]. В перечисленных стандартах фактически не раскрывается инструментарий, методологии, методы, модели или методики, применительно к разработке бытовой техники, однако описаны общие требования к производству, управлению качеством и рисками производимой продукции.

В таблице 4 представлена сравнительная характеристика стандартов, применимых к бытовой технике.

Таблица 4 – Сравнительная таблица стандартов, регулирующих производство бытовой техники

		Стандарт					
		ISO 31000:2009	ISO 9001:2015	ИСО 22514-1:2014	ГОСТ Р 57193-2016	ГОСТ Р 8.000-2015	ГОСТ Р 57524-2017
Название	Риск Менеджмент – Принципы и руководства	Системы менеджмента качества. Требования	Статистические методы в управлении процессами. Воспроизводимость и пригодность. Часть 1. Основные принципы	Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем	Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения	Бережливое производство Поток создания ценности	
	Территориальность	международный	международный	международный	Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта ISO/IEC/IEEE 15288:2015	национальный	национальный

Адресат	<p>Государственное, частное или общественное предприятие, ассоциация, группа компаний или отдельная компания. Стандарт не специализируется к отдельной промышленности</p>	<p>Настоящий стандарт применим: 1. организациям и при проверке соответствия выпускаемой продукции установленным требованиям 2. организациями при проверке продукции поставщиков на соответствие установленным требованиям 3. внутренними и внешними по отношению к организации сторонами, занимающимися проведением аудита 4. подразделениями организации, занимающимися анализом и оценкой существующей производственной ситуации для идентификации направлений улучшения производственного процесса</p>	<p>Настоящий стандарт применяется к организациями, выступающими в роли как поставщиков, так и заказчиков. Он может использоваться отдельной организацией в частном порядке или в ситуации с многосторонним участием</p>	<p>Государственное, частное или общественное предприятие, ассоциация, группа компаний или отдельная компания. Стандарт не специализируется к отдельной промышленности</p>	
	Обязательность выполнения	Нет обязательства выполнения	Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».	обязателен к выполнению	

Цель	Содействие развитию стандартизации и смежным видам деятельности с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, экономической и научно-технической областях	Повышение удовлетворенности потребителей посредством результативного применения СМК, включая процессы ее улучшения и обеспечения соответствия требованиям потребителей и применимым законодательным и нормативным правовым требованиям	Анализ воспроизводимости и пригодности производственных процессов или оборудования на предмет соответствия установленным требованиям.	Цель настоящего стандарта — обеспечить определенное множество процессов для облегчения связи между приобретающим и сторонами, поставщиками и другими заинтересованными сторонами в течение жизненного цикла системы	Цель стандарта состоит в создании правовых, нормативных, организационных, методических, технических и экономических условий для решения задач в области обеспечения единства измерений и метрологического обеспечения.	Настоящий стандарт разработан с целью повышения эффективности деятельности организаций путем применения принципов бережливого производства
Требования	<ol style="list-style-type: none"> 1. разработка инфраструктуры менеджмента риска 2. установление политики менеджмента риска 3. обеспечение наличия ответственности, полномочий и соответствующей компетенции для риск-менеджмента 4. риск-менеджмент должен быть включен во все процессы организации 5. установление внутренних и внешних механизмов обмена информацией и отчетности 6. определение критериев, которые необходимо использовать для оценки значимости риска 7. идентификация источников 	<ol style="list-style-type: none"> 1. определение внутренних и внешних условий, влияющих на систему менеджмента качества 2. определение потребностей своих клиентов, владельцев, персонала, поставщиков, общества и т.д. которые могут оказать влияние на систему менеджмента качества 3. применение процессного подхода 4. ответственность высшего руководства за эффективность системы, определение рисков и возможностей, которые могут повлиять на удовлетворенность потребителей 5. планирование внутренних и внешних ресурсов, необходимых 	<p>При проектировании продукции разрабатывают требования к продукции в виде требований к характеристикам, часто называемых требованиями потребителя. Эти требования к продукции должны быть полными, что выполняется только в случае, когда все предназначенные функции продукции описаны однозначно. В большинстве случаев, однако, требования не являются полными, что приводит к неопределенности оценок пригодности или воспроизводимости процессов.</p>	<p>Настоящий стандарт распространяется на полный жизненный цикл системы, включая замысел, разработку, производство, эксплуатацию и снятие с эксплуатации систем, а также приобретение и поставку систем, осуществляемые внутри или вне организации.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. установление системы единиц величин и шкал измерений 2. создание и обеспечение эффективного функционирования системы передачи единиц величин и шкал измерений 3. установление основных понятий метрологии, общих метрологических норм и правил 4. создание и внедрение в практику работы метрологических служб эталонов единиц величин, и иных технических средств 5. установление требований к эталонам единиц величин, средствам измерений, методикам измерений, методикам 	<ol style="list-style-type: none"> 1. создание производственной системы (ПС с централизованной системой управления/бережливая ПСс принципом вытягивания) 2. создание ценности и ее составляющих 3. определение потока создания ценности 4. синхронизация процессов в ПСС

	<p>риска, области воздействия, события (включая изменения в обстоятельствах) и их причины, а также их потенциальные последствия</p> <p>8. анализ риска, оценивание, определение способа воздействия на риск, мониторинг и пересмотр рисков</p> <p>10. регистрация процесса менеджмента риска</p>	<p>для функционирования системы качества</p> <p>6. поддержка документированных сведений о пригодности средств измерения, методов проверки, программное обеспечение и т.д. в актуальном состоянии</p> <p>7. обеспечение и поддержка в актуальном состоянии необходимых знаний</p> <p>8. улучшение результативности, пригодности и адекватности системы качества</p>			<p>поверки и калибровки средств измерений и средств контроля, аттестации испытательного оборудования и других требований</p> <p>6. осуществление в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений</p> <p>7. осуществление вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений на добровольной основе</p>	
Способ управления	<p>1. Обмен информацией и консультирование</p> <p>2. Определение ситуации</p> <p>3. Оценка риска: идентификация, анализ, оценивание риска</p> <p>4. Воздействие на риск</p> <p>5. Мониторинг и пересмотр</p>	<p>Организация должна вести и поддерживать документированную информацию по аудитам, рискам, выявленным несоответствиям, контролю изменений процессов и анализ последствий непреднамеренных изменений, мониторинг и измерение процессов проектирования, мониторинг работы внешних поставщиков.</p>	<p>1. Распределение и объем выборки</p> <p>2. Сбор данных: прослеживаемость данных, неопределенность измерений, регистрация выбросов.</p> <p>3. Анализ пригодности и воспроизводимости процесса</p>	<p>1. Определение цели процесса</p> <p>2. Выход (выходные результаты)</p> <p>3. Действия и задачи</p>	<p>1. Фундаментальная подсистема</p> <p>2. Прикладная подсистема</p> <p>3. Правовая подсистема</p> <p>4. Организационная подсистема</p> <p>5. Нормативно-методическая подсистема</p> <p>6. Техническая подсистема</p>	<p>Управление ПСЦ осуществляется в соответствии с циклом PDCA</p>

Отчетная документация	Внутренняя отчетность об инфраструктуре менеджмента риска, ее эффективности и результатах. Внешняя отчетность для взаимодействия с заинтересованными сторонами	Документированная информация в виде оценки результативности и СМК	Документированная информация в виде индексов пригодности и воспроизводимости для определения способности процесса соответствовать установленным требованиям	Документированная информация в виде регистрации результатов, отклонений, документов поддерживающих их прослеживаемость системных элементов и основных информационных объектов	Документированная информация в виде отчетов о калибровке, аттестации, сертификации, метрологической экспертизы стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других видов объектов.	Результаты этапа проверки: - карта текущего состояния ПСЦ; - значения показателей ПСЦ.
-----------------------	--	---	---	---	---	--

Ключевым требованием стандарта ГОСТ Р 57193— 2016 является определение характеристик к продукции, часто называемых требованиями потребителя для корректной оценки пригодности или воспроизводимости процессов. Так же анализу потребностей, предпочтений и ожиданий потребителей уделяется много внимания в стандарте ИСО 9001:2015. Это связано с тем, что удовлетворённость потребителя является конечной целью деятельности любого предприятия. Если организация не способна предложить то, на что имеется спрос, то товары и услуги окажутся невостребованными, даже если это качественно выполненные товары [42]. Создание реестра потребительских свойств с развернутой номенклатурой показателей требований потребителей в этом случае может являться базой для разработки технических требований к производимой продукции. Так же большое значение согласно стандарту ИСО 9001:2015 отведено роли высшего руководства, которое должно разработать и поддерживать процессы, позволяющие оценивать и повышать результативность процессов производства в целях достижения требований спецификаций и внутренних целей компании. В этом случае разработка процедур мониторинга процессов, оптимизации технических характеристик и процедуры контроля готовой продукции является актуальной задачей.

В эпоху глобализации и технического прогресса не перестают расти требования к качеству услуг, продукции и требования к менеджменту самой

организации. Лидерам современных организаций необходимо создать и обеспечить такие условия рабочей среды, в которой работники могут наиболее эффективно выполнять свои задачи. Все это невозможно, если в организации отсутствуют процессный и системный подходы. Чтобы принимаемые решения были действительно правильными, они должны основываться на фактах и цифрах. А постоянное улучшение деятельности организации следует рассматривать как неизменную цель. Инструментом для обеспечения вышеперечисленных требований может послужить внедрение системы менеджмента качества. Внедрение и оптимизация СМК на предприятии позволит оптимизировать существующие процессы компании, может способствовать появлению новых процессов, необходимых для повышения эффективности, как в организационном, так и в финансовом плане. Сертифицированная система менеджмента качества на предприятии способствует успешному существованию компаний в рамках высокой конкуренции на рынке, а так же способствует привлечению крупных отечественных и иностранных инвесторов. Существует ряд ГОСТов, содержащих руководящие указания по вопросам стандартизации [29, 30, 31, 32, 40]. Однако, в качестве инструмента для внедрения системы менеджмента качества на предприятии используются международные стандарты ИСО серии 9000 [19, 126].

В зависимости от рода деятельности, существуют свои особенности внедрения СМК. [62, 65, 78, 93, 108]. Поскольку стандарты и существующие научные исследования не содержат рекомендаций по внедрению СМК для производств, специализирующихся на бытовой технике, существует необходимость разработки методики внедрения СМК с учетом специфики такого производства. Специфика заключается в том, что в построение СМК касаются всех процессов жизненного цикла, поэтому задействованы все отделы организации. Важной задачей при внедрении является согласованная, централизованная организация процесса, обеспечение должного уровня информации по вопросам СМК для всего предприятия.

В производстве бытовой техники задействованы многие процессы, которые можно условно разделить на две подгруппы: внутреннее производство и поставляемые детали и компоненты. В обоих случаях обязательным является процесс проверки качества компонентов, который включает в себя обязательную проверку геометрии. В данном случае актуальность применения стандарта ГОСТР 8.000—2015 при производстве бытовой техники очевидна.

Разработка формализованных процедур внедрения системы менеджмента измерений является одной из первостепенных задач, обусловленных не только требованиями законодательства, так же с помощью измерений получают информацию, которая служит основой для принятия решений на всех уровнях управления, вне зависимости от процесса, будь то качество продукта, качество услуги, качество процесса, научного эксперимента. Правильность решения зависит от достоверности и точности данных. Недостоверная информация приводит к снижению качества продукции, авариям, массовому браку, затратам. При этом необходимо настроить систему метрологического обеспечения так, чтобы были выполнены обязательные требования стандарта, такие как сертификация, и т.д. [38]. Несмотря на многочисленные исследования и существующие методические указания, нет конкретных рекомендаций, как организовать систему метрологического обеспечения на предприятии, специализирующемся на производстве бытовой техники [121, 114, 77, 100 5].

За последнее десятилетие произошел революционный переворот в области управления рисками. Наряду со стандартом ISO 31000 «Риск-менеджмент. Принципы и руководства по применению», рядом международных организаций так же разработаны стандарты, позволяющие предприятиям минимизировать риски: Стандарт «Управление рисками организаций. Интегрированная модель» (COSO) [138]; Стандарт Федерации европейских ассоциаций рискменеджеров (FERMA) [147], Стандарт ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [42]; Руководство

по проектному менеджменту РМВОК 5-2013 [104], ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007 [43], ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 [45]. Так же существуют многочисленные исследования оценки рисков и подходов к организации риск-менеджмента [12, 136, 149, 135, 151, 146, 13].

Однако вышеперечисленные стандарты и исследования не содержат конкретных рекомендаций, какими инструментами управления рисками необходимо пользоваться в той или иной ситуации при производстве бытовой техники.

Существует так же ряд известных инструментов риск-менеджмента, среди них: FMEA анализ, SWOT анализ, PEST анализ, FMESA анализ, анализ дерева отказов (FTA), анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР), исследования опасности и пригодности к эксплуатации (HAZOP), предварительный анализ опасности (РНА). Большинство организаций широко используется метод FMEA анализа. Данный инструмент используется для того, чтобы повысить надежность, качество, безопасность и вклад в направлении снижения затрат и количества операций не добавляющих стоимости [137]. Данный вид анализа рисков в комбинации с другими методами часто используется для расчета и приоритизации рисков [159]. SWOT анализ в основном используется в стратегическом планировании. Информация полученная при помощи данного анализа как правило это комбинация как внутренних факторов влияния, так и внешних [142].

Однако при всем многообразии методов и инструментов, методологии, применительно к анализу рисков на производстве бытовой техники при обнаружении рисков по качеству, обнаруженных в ходе производственного процесса, не существует. Одной из задач данного диссертационного исследования является разработка методики оценки рисков при обнаружении несоответствия по качеству деталей и компонентов, позволяющую принимать во внимание не только оценку тяжести последствий/ возможностей возникновения дефекта, а так же оценивая экономические последствия, такие

как финансовые потери во время простоев производства и затраты, связанные с ремонтами в гарантийный период.

Таким образом, на основании изучения и анализа руководящих государственных и нормативных документов, можно сформулировать следующий вывод:

1. Развитие отраслей промышленности, ориентированных на потребительский рынок является на современном этапе определяющим фактором развития экономики в РФ. Тем не менее не смотря на то, что бытовая техника является одним из наиболее востребованных сегментов потребительского рынка, она не выделена в отдельную отрасль промышленности и в нормативной документации предъявляется ряд общих требований стандартов, не учитывающие отраслевые особенности, что особенно сказывается на развитии отечественной продукции.

2. Анализ нормативной документации по отраслям показал, что бытовая техника не выделена в отдельную отрасль промышленности как на международном уровне, так и на государственном уровне.

3. В нормативной документации содержатся требования и рекомендации, но фактически не раскрывается вопрос, как (на основе какой методологической базы, по какой методике, с использованием каких практических приемов и т.д.) необходимо управлять качеством процессов и качеством продукции на производстве бытовой техники, учитывая потребности, предпочтения и ожидания потребителей, нет конкретных рекомендаций, как внедрять систему менеджмента качества, оценивать и повышать результативность процессов производства в целях достижения требований спецификаций и внутренних целей компании.

4. Признанные международные и национальные стандарты в области управления рисками не учитывают в полной мере специфику отечественного рынка, особенно эта актуально для нашей страны, находящейся в условиях санкций. При всем многообразии методов и инструментов, применительно к анализу рисков, нет описания методики управления рисками при обнаружении

несоответствия по качеству деталей и компонентов, а так же в случае обнаружения массового брака готовой продукции, учитывающей как экономические последствия наступления рисков, так и факторы, влияющие на репутацию компании.

5. Вышеперечисленные факторы объективно обозначают потребность в совершенствовании и развитии методик оценки и анализа рисков при производстве бытовой техники, а так же потребность в разработке соответствующих процедур мониторинга и повышения результативности процессов производства.

1.4. Современный научно – методический инструментарий управления качеством продукции на различных стадиях жизненного цикла

Производство качественной продукции возможно только при соблюдении предъявляемых требований на всех стадиях жизненного цикла. От количества этапов жизненного цикла продукции зависит цена изделий, объем затрат и уровень прибыли компании. Каждый этап жизненного цикла продукции требует разработки соответствующей цели и задачи этапа, а так же стратегии реализации и мониторинга [23, 133].

На рисунке 4 в общем виде представлена схема жизненного цикла производства бытовой техники. Условно жизненный цикл продукции можно разделить на 4 этапа: планирование, разработка, реализация и эксплуатация. На этапе планирования, как правило, производятся маркетинговые исследования и анализ рынка с целью получения информации о требованиях потребителей. Одной из ключевых задач этапа разработки и проектирования является определение требований, относящихся к продукции в соответствии с нормами законодательной и нормативной документации [23, 143, 139, 158]. Этап производства продукции включает в себя изготовление полуфабрикатов, готового продукта, а так же упаковку продукции и контроль качества. В ходе эксплуатации необходимо уделить должное внимание процессам, связанным с технической помощью в обслуживании продукции, а так же деятельности после продажи, включая возможные варианты утилизации после использования.

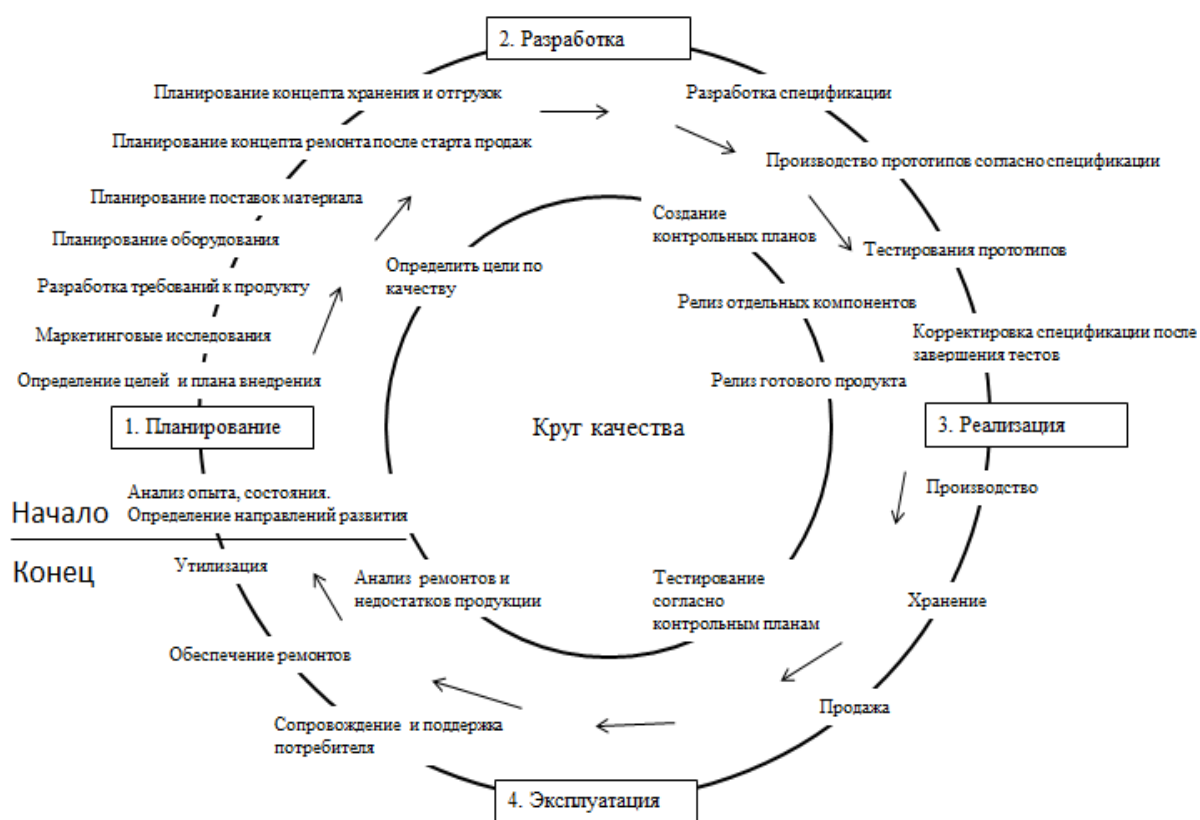


Рисунок 4 – Жизненный цикл бытовой техники

В таблице 5 представлены этапы жизненного цикла процесса производства бытовой техники с учетом задачи того или иного этапа и детального описания мониторинга состояния.

Таблица 5 – Описание этапов жизненного цикла процесса производства бытовой техники

Этап ЖЦ	Задача этапа	Мониторинг состояния
Планирование	определение целей и плана внедрения	на основе сформулированных целей и стратегии определение ключевых показателей
	разработка требований к продукции	анализ потребительских свойств в отношении качества и цены продукции, анализ динамики рынка, маркетинговые исследования, прогнозирование цены, объема выпуска, потенциальной доли рынка
	планирование оборудования (обеспечение бесперебойной и отлаженной системы функционирования производственного оборудования)	корректировка параметров, анализ внешних и внутренних факторов влияния на работу оборудования, прогноз значений показателей после корректировок параметров, прогноз рисков неисполнения ключевых показателей, контроль статистических данных
	планирование поставок материала	выбор поставщика, оценка способности поставщика поставлять качественную продукцию/услуги и

		систематически совершенствовать качество, своевременное обеспечение поставок
	разработка и подготовка производственных процессов	разработка технологических процессов, отладка точности и стабильности технологических процессов
	планирование концепта хранения продукции	сохранение свойств материала, соблюдением требований по подготовке груза и его дальнейшей транспортировке и хранению
Разработка	разработка спецификаций	проектирование и разработка технических требований, определение технических требований в области надежности, оценка технического уровня продукции, обеспечение безопасности продукции
	производство и тестирование прототипов согласно спецификации	испытание опытных образцов или опытных партий новой продукции
	релиз компонентов и готового продукта	нормирование требований к качеству продукции и релиз документации, оптимизация значений показателей продукции, одобрение на серийное производство
	производство продукции	обеспечение стабильности, поддержание в надлежащем состоянии инструмента и оснастки
	тестирование продукции	контроль, проведение испытаний и обследований, анализ качества продукции, выявление и устранение продукции, качество которой не соответствует установленным требованиям
	упаковка и хранение продукции	анализ и соблюдение требований к упаковке и хранению продукции на предприятии
Эксплуатация	реализация и распределение продукции	обеспечение качества логистических операций
	сопровождение и поддержка потребителя	организация своевременной поставки запасных частей, организация гарантийного ремонта
	анализ ремонтов и недостатков продукции	анализ отказов и других несоответствий продукции, анализ затрат потребителей при использовании продукции
	утилизация после использования	изучение возможностей использования продукции по истечении срока службы

В зависимости от задачи этапа жизненного цикла используется тот или иной метод управления качеством [15, 57, 99]. Для определения ключевых показателей, выделение факторов, влияющих на процесс, факторного анализа служат математико- статистических методы [88, 89, 117]. Для прогноза и анализа факторов, корректировки их значений используются методы

ситуационного анализа и прогнозирования [17, 122]. Существуют различные квалитетрические методы и модели оценки качества [3, 4, 20, 101, 119, 120]. Метод экспертных оценок необходим для анализа первичной и вторичной информации, сбора данных [79, 90, 95]. В случае необходимости принятия решения, подготовка рекомендаций, разработки мероприятий в наибольшей степени подходят методы теории принятия решений [25, 56, 128]. Для выявления потенциальных дефектов, возможных последствия и определения уровня критичности ситуации используются методы оценки рисков. В целях структуризации и последующего анализа той или иной ситуации используется метод системного анализа [14, 134]. Методы причинно-следственных связей используются для систематизации причин рассматриваемой проблемы [115]. При помощи методов стратегического анализа производится определение и выбор ключевых показателей, разработка концепций [20, 111, 150, 155, 156, 157]. При имитационном моделировании изучаемая система заменяется моделью, которая достаточно точно описывает реальную систему [132]. Методы статистического контроля служат для оценки стабильности и воспроизводимости процесса, выделения факторов, влияющих на процесс [16, 54, 63, 64, 118, 123]. Для математического описания экономических объектов или процессов с целью их исследования и управления ими служат экономико-математические методы в управлении качеством [1, 24, 91]. При комплексном моделировании систем широко используются алгоритмы, созданные на базе нечетких множеств [5, 71, 76, 92, 94, 98]. Различные руководства по математическому моделированию позволяют строить модели, но не описывают конкретные шаги, необходимые для процесса оптимизации продукции [52].

Несмотря на ряд существующих методов и инструментов управления качеством нет конкретной методики, позволяющей производить изменения технических характеристик продукции, учитывая все факторы влияния на желаемый результат.

Международные стандарты серии ИСО (ИСО 9000, ИСО 9001, ИСО 9004, ИСО 19011) не содержат рекомендаций, когда и в какой последовательности необходимо пользоваться тем или иным инструментом при оптимизации параметров с учетом всех конструктивно-технологических особенностей продукции. Тем временем российские марки значительно отстают от мировых лидеров, специализирующихся на производстве бытовой техники. Чтобы обеспечить длительное и систематическое наблюдение за состоянием процесса менеджмента качества, оценку полноты, правильности и своевременности выполнения плана мероприятий на всех стадиях жизненного цикла производства продукции, необходимо отслеживать состояние, динамику развития и эффективность процессов, связанных с системой менеджмента качества, начиная с планирования процессов, заканчивая эксплуатацией бытовой техники. В связи с этим разработка процедуры мониторинга качества продукции на этапах жизненного цикла бытовой техники, включающая в себя разработку инструментального ящика мониторинга процессов качества для каждого этапа жизненного цикла продукции является весьма актуальной задачей. Несмотря на трудоемкость процесса, налаженная система мониторинга позволит своевременно реагировать и корректировать управленческие решения, что добавляет ценность предприятию-производителю и повышает спрос потребителей на выпускаемую продукцию. А это, в свою очередь, позволяет производителю занять прочные позиции на рынке. Однако, недостаточная разработанность научно-методического инструментария и алгоритма мониторинга качества на этапах всего жизненного цикла продукции приводит к эмпирическому характеру проектирования, производства и изменения технических характеристик продукции.

1.5. Постановка цели и задач исследования

Реализация в нашей стране государственной политики, направленной на развитие национальной промышленности и повышение ее конкурентоспособности, рассмотренные в п.1.3, объективно подталкивают стимулирование развития отечественных производств, способных производить качественную продукцию, совершенствовать производимую продукцию, разрабатывать новые функции, оптимизировать существующие технические свойства продукции. В частности, широкое использование бытовой техники во всех сферах жизни современного общества, пораждает необходимость в обособление бытовой техники в отдельную отрасль промышленности и разработке простых и удобных методик и моделей оценки и повышения качества продукции, соответствующих потребностям потребителя, применимых именно к данному сегменту промышленности.

Базовой функциональной платформой для оценки качества бытовой техники является оценка приборов с точки зрения безопасности, функциональности и надежности. Именно оценка технического уровня бытовой техники определяет итоговое качество предоставляемых потребителям приборов. Постоянно нарастающие требования к качеству бытовой техники со стороны потребителей и ужесточающиеся требования стандартов, развитие мировых тенденций в области высоких технологий, объективно требуют непрерывного развития технических возможностей отечественной бытовой техники. Это, в свою очередь, диктует необходимость в конкретных методиках улучшения качества и оптимизации технических характеристик для производственных предприятий, которые позволят выявить основные факторы, влияющие на исследуемый процесс, определить оптимальные параметры технических характеристик, позволят произвести верификацию процесса. Однако, недостаточная разработанность научно-методического инструментария и алгоритма мониторинга качества на этапах всего жизненного цикла продукции приводит к эмпирическому характеру проектирования, производства и эксплуатации продукции. Это приводит к

низкой эффективности внутренних процессов организаций, недостаточности текущих возможностей отечественных предприятий соответствовать продукции, производимой мировыми лидерами, специализирующимися на производстве бытовой техники, торможению внедрения новых высокоэффективных технологий и т.д.

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования обусловлена тем, что существует необходимость разрешения противоречия между существующей потребностью в развитии комплексного научно-методического инструментария мониторинга и обеспечения качества бытовой техники и отсутствием моделей и процедур контроля и обеспечения качества, учитывающих особенности производства и требований потребителя к бытовой технике.

Научный характер данного диссертационного исследования определяется единством выносимых на защиту положений, характерных для сферы оценки и улучшения качества бытовой техники, повышением результативности процессов производства на основе разработки моделей и процедур контроля и обеспечения качества, а так же научно - методических инструментариев мониторинга бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции. Теоретическую значимость данного диссертационного исследования определяет разработанный научно-методический инструментарий управления качеством, применимый при проведении мероприятий по оценке и улучшению качества бытовой техники. Создание научно-обоснованных моделей и процедур контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники позволит добиться повышения качества производимой продукции, роста продаж за счет исключения из производства модельного ряда с низким техническим уровнем, сокращения затрат на бракованную продукцию за счет разработки формализованных процедур внедрения системы менеджмента измерений и мониторинга качества бытовой техники, повышения уровня защищенности производственной линии от возникновения рисков, связанных с выявлением продукции

несоответствующего качества, снижения количества часов простоя производства, как результат повышение результативности СМК. Этот факт определяет практическую значимость данного исследования.

Разработанный научно - методический инструментарий предлагается применить в следующих областях:

1. Внедрение предложенной квалиметрической модели оценки технического уровня бытовой техники при проектировании и в процессе производства бытовой техники.

2. Формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений в качестве инструмента реализации закона «Об обеспечении единства измерений».

3. Внедрение научно обоснованных методик оценки рисков в условиях серийного производства в качестве инструмента анализа и оценки рисков и его последствий при обнаружении продукции несоответствующего качества, а так же оценки степени защищенности линии от возникновения дефектов по качеству.

4. Внедрение процедуры мониторинга качества на этапах жизненного цикла продукции при разработке СМК предприятия, специализирующегося на производстве бытовой техники, а так же при пересмотре системы менеджмента качества и в целях повышения ее результативности.

Таким образом, описанный выше инструментарий оценки и улучшения качества бытовой техники включает следующее:

– Квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, основанная на анализе потребительских свойств продукции, включающая в себя развернутую номенклатуру показателей оценки технического уровня продукции.

– Формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, включающая в себя оценку воспроизводимости и сходимости результатов измерений на базе «Gage R&R» анализа и разработку системы

аудита процесса метрологического обеспечения при производстве бытовой техники.

– Процедура мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции с обоснованием методов и инструментов управления качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники, в состав которой входит алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества.

– Методика оценки рисков при производстве бытовой техники, основанная на анализе рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции.

Разработанные модели и процедуры являются компонентами научно – методического инструментария контроля и обеспечения качеством бытовой техники и представляют собой научные положения, выносимыми на защиту. Стратегией данного диссертационного исследования является поэтапная и логически обусловленная разработка научных и методологических инструментов контроля и обеспечения качеством, включающая в себя экспериментальную оценку эффективности того или иного инструмента. Такой подход позволил сформулировать научно-техническую проблему, подлежащую решению в диссертации, и основную гипотезу диссертационного исследования.

Научная задача заключается в необходимости разработки комплексного научно-методического инструментария контроля и обеспечения качества бытовой техники и отсутствием достаточной нормативной базы, учитывающей особенности производства и требований потребителя к бытовой технике. Указанная нехватка сдерживает качественное развитие национальных производств, ориентированных на выпуск бытовой техники, что непосредственно влияет на обеспечение для российских компаний равных условий конкуренции на российском и мировом рынках.

Другими словами, научная задача заключается в потребности предложить модели и процедуры контроля и обеспечения качества отечественным производителям, ориентированным на производство бытовой

техники. Соответственно, цель данного исследования - улучшение качества и обеспечение системного развития отечественной бытовой техники. Основная гипотеза исследования заключается в том, что если предложить разработанные модели и процедуры контроля и обеспечения качества производителям, это позволит повысить обоснованность организационных и технических решений, принимаемых в ходе проектирования и производства, повысить эффективность СМК, как следствие добиться улучшения качества бытовой техники.

Решение приведенной научной задачи далее рассматривается как решение последовательности следующих частных задач исследования:

1. Выбор и обоснование методов и инструментов управления качеством бытовой техники на этапах жизненного цикла;
2. Разработка квалиметрической модели оценки технического уровня бытовой техники;
3. Разработка формализованных процедур внедрения системы менеджмента измерений и мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла;
4. Разработка методики оценки рисков при производстве бытовой техники, основанной на анализе рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции.

Цель данной диссертационной работы заключается в повышении результативности процессов производства бытовой техники на основе разработки моделей и процедур контроля и обеспечения качества.

1.6. Выводы к разделу 1

1. Бытовая техника в организационном, техническом и функциональном планах представляет собой объекты современной инфраструктуры общества, ориентированные на широкое потребление.

2. Итоги исследования современного состояния развития рынка бытовой техники позволили выявить ниже приведенные тенденции в его развитии: несмотря на влияние кризиса 2015 рынок крупной бытовой техники продолжает развиваться, стремительно растёт доля экспорта в стран СНГ и дальнего зарубежья (на данный момент Россия занимает 7-е место среди крупных экспортеров стиральных машин), однако объем стиральных машин отечественного производства значительно сокращается, доля совместных предприятий увеличивается.

3. Определяющей тенденцией в эволюции бытовой техники, как и рынка стиральных машин, на примере которых проводится данное диссертационное исследование, является повышение уровня жизни населения, в связи с этим растущими требованиями потребителей как в России, так и в мире.

4. На современном этапе развития общества качество является определяющим фактором уровня бытовой техники, что сказывается на том, будет ли востребован продукт среди потребителей или нет, при этом бытовая техника не выделена в отдельную отрасль промышленности как на международном, так и государственном уровне.

5. Нормативная база технического регулирования создания и эксплуатации бытовой техники характеризуется своей недостаточностью применительно к бытовой технике, действуют общие требования стандартов, предназначенные для всех организаций независимо от рода деятельности, продукции и размера организации, в нормативной документации фактически не раскрывается вопрос, как (на основе какой методологической базы, по какой методике, с использованием каких практических приемов и т.д.) необходимо управлять качеством процессов и качеством продукции на производстве бытовой техники, нет конкретных рекомендаций по оценке и

повышению результативности процессов производства в целях достижения требований спецификаций и внутренних целей компании.

6. Международные стандарты не позволяют учитывать специфику отечественного рынка бытовой техники в полной мере, обозначить потенциальные и реальные риски, что особенно актуально в условиях санкций. Это оказывает отрицательное влияние на экономическое состояние российских предприятий, обеспечение функционирования национальных производств бытовой техники. При всем многообразии методов и инструментов по анализу рисков, для бытовой техники нет конкретных методик, позволяющих оценить степень воздействия риска на предприятие при обнаружении несоответствий по качеству.

7. Стремительность изменения требований к качеству, неуклонное совершенствование технологий объективно обозначают потребность современного общества в наращивании технологий, что, в свою очередь, задает необходимость системного совершенствования и дальнейшего развития соответствующих методов, методик и средств улучшения качества. Современные методики и средства управления качеством не в полной мере удовлетворяют эту необходимость.

8. Основное направление в улучшении научно-методического инструментария оценки и обеспечения качества при производстве бытовой техники заключается в разработке инструмента оценки прибора с точки зрения безопасности, функциональности и надежности, что является базой при анализе качества бытовой техники. Предметно это доказывает, что квалиметрическая модель оценки технического уровня приборов должна удовлетворять требованиям технологии проектирования согласно детально разработанному реестру потребительских свойств, влияющих на потребительские качества бытовой техники.

9. По мере развития отечественной промышленности, ориентированной на потребительский рынок, усложнения технологий проектирования и производства бытовой техники необходимо учитывать специфику каждого

этапа жизненного цикла производимой продукции, определяя метод мониторинга качества процессов в соответствии с задачей того или иного этапа. Недостаточная разработанность научно-методического инструментария и алгоритма мониторинга качества на этапах всего жизненного цикла продукции приводит к эмпирическому характеру проектирования, производства и эксплуатации продукции.

10. Разработка формализованной процедуры внедрения системы менеджмента измерений является одной из первостепенных задач, обусловленных не только требованиями законодательства, так же с помощью измерений получают информацию, которая служит основой для принятия решений на всех уровнях управления, вне зависимости от процесса, будь то качество продукта, качество услуги, качество процесса, научного эксперимента. Однако, в нормативной документации нет конкретных рекомендаций, как настроить систему метрологического обеспечения так, чтобы были выполнены обязательные требования стандарта, такие как сертификация, своевременная калибровка средств контроля, аттестации и измерений, организация оценки состояния работ по метрологическому обеспечению.

11. Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена тем, что существует необходимость разрешения противоречия между существующей потребностью в развитии комплексного научно-методического инструментария мониторинга и обеспечения качества бытовой техники и отсутствием моделей и процедур контроля и обеспечения качества, учитывающих особенности производства и требований потребителя к бытовой технике.

12. Научный характер данного диссертационного исследования определяется единством выносимых на защиту положений, характерных для сферы оценки и улучшения качества бытовой техники, повышением результативности процессов производства на основе разработки моделей и процедур контроля и обеспечения качества, а так же научно - методических

инструментариев мониторинга бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции.

13. Научно-методический инструментарий оценки и улучшения качества бытовой техники включает следующие компоненты: выбор и обоснование методов и инструментов управления качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники; разработка квалиметрической модели оценки технического уровня качества бытовой техники; разработка формализованных процедур внедрения системы менеджмента измерений и мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции; разработка методик оценки и анализа рисков при производстве бытовой техники. Вышеперечисленные элементы научно-методического аппарата оценки и обеспечения качества бытовой техники составляют научные результаты данной диссертационной работы.

2 КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ КАЧЕСТВА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

2.1. Реестр потребительских свойств оценки технического уровня качества бытовой техники

Под техническим уровнем подразумевается корректное функционирование техники на протяжении всего срока службы, к этой группе относятся показатели безопасности, надежности, функциональности и безвредности. В диссертационном исследовании на основании существующих стандартов, регулирующих производство стиральных машин (ГОСТ 8051-83 [25], ГОСТ Р МЭК 60456-2011 [48], ГОСТ Р 56478-2015 [35], ГОСТ IEC 60335-1-2015 [46]) разработан реестр потребительских свойств для оценки технического уровня применительно к электромеханическому виду бытовой техники – стиральной машине. Значения показателей переведены в балльную систему. Концепция системы балльной оценки критериев технического уровня изложена в табл. 6.

Таблица 6 – Система балльной оценки для технического уровня продукции

Оценка технического уровня	ПС	Вес	Наименование свойства	Показатель свойств	Качество критерия	Оценка (S)
	Функциональность		0,25	Эффективность стирки	Отстирываемость белья	Эффективная стирка (A)
Менее результативно (B)						3
Низкий уровень стирки (C, D)						7
Самый низкий уровень стирки (G)						10
Качество полоскания белья				Кол-во стирального раствора, оставшегося в белье после полоскания	Меньше, чем 0,3 мг– экв/дм ³	1
					Больше, чем 0,3 мг– экв/дм ³	10
Эффективность отжима белья				Остаточная влажность белья после отжима	Менее 45% (A)	1
					От 45 до 54% (B)	2
					От 54 до 63% (C)	3
					От 63 до 72% (D)	4
	От 72 до 81% (E)	6				
	От 81 до 90% (F)	8				

				Более 90% (G)	10		
				Износ белья при стирке	Потеря прочности	Меньше 12%	1
						Больше 12%	10
				Производительность	вес белья/цикл (программа «хлопок», 60 °С)	≥120 кг/сутки	1
						≥108-119 кг/сутки	2
						≥96-107 кг/сутки	3
						≥84-95 кг/сутки	4
						≥72-83 кг/сутки	5
						≥60-71 кг/сутки	6
						≥48-59 кг/сутки	7
≥36-47 кг/сутки	8						
≥24-35 кг/сутки	9						
<12-23 кг/сутки	10						
Безопасность	0,35	Электро-безопасность	Класс защиты от поражения электрическим током	0-й класс защиты	1		
			1-й класс защиты	4			
			2-й класс защиты	7			
			3-й класс защиты	10			
		Механическая безопасность	Защита от доступа к токоведущим частям	Не доступны	1		
				Доступны	10		
			Наличие тормозящих, блокировочных устройств быстровращающихся элементов конструкции машины	Есть	1		
				Нет	10		
				Блокировка люка	Термозамки	1	
					Электрозамки	10	
Надежность	0,3	Долговечность	Интенсивность отказов	Число отказов при испытаниях не превышает допустимого числа отказов согласно ТУ и стандартам	1		
				Число отказов, обнаруженных при испытаниях, не превышает	10		

			Средний срок службы изделия	допустимого числа отказов согласно ТУ		
				Больше 15 лет	1	
				От 10 до 15 лет	5	
			Меньше 10 лет	10		
			Безотказность	Среднее время наработки на отказ	700 ч	1
					650 ч	5
					400 ч	10
				Среднее время наработки до отказа (гарантийный срок)	3 года	1
					2 года	5
		1 год			10	
		Ремонтпригодность	Ремонт стирального блока	Разборная конструкция бака	1	
				Неразборный бак	10	
			Ремонт электронного модуля	Замена микроконтроллера	1	
				Замена электронного модуля	10	
		Эргономичность	0,1	Удобство чистки	Чистка барабана	Наличие функции очистки барабана
Отсутствие функции очистки барабана	10					
Чистка фильтра помпы	Легко открывается				1	
	Сложности при открытии				10	
Чистка уплотнительной резинки	Легкодоступно				1	
	Труднодоступно				10	
Чистка кюветы	Съемная кювета				1	
	Встроенная кювета				10	
Безвредность	Уровень звуковой мощности при отжиге				Ниже 70 дБ	1
				Выше 70 дБ	10	
	Акустические шумы во время стирки			Ниже 55 дБ	1	
				Выше 55 дБ	10	

Эффективность стирки измеряется индексом отстирываемости. В таблице 7 представлены результаты соответствия показателей качества стирки классам.

Таблица 7 – Классы эффективности стирки

Классы	Стирка	Индекс эффективности стирки
<i>A</i>	Отличная	$P > 1,03$
<i>B</i>	Очень хорошая	$1,03 \geq P > 1,00$
<i>C</i>	Хорошая	$1,00 \geq P > 0,97$
<i>D</i>	Нормальная	$0,97 \geq P > 0,94$
<i>E</i>	Удовлетворительная	$0,94 \geq P > 0,91$
<i>F</i>	Плохая	$0,91 \geq P > 0,88$
<i>G</i>	Совсем плохая	$0,88 \geq P$

Оценка качества полоскания производится за счет измерения остаточной щелочности. Она определяется титрованием раствора соляной кислоты до $pH = 4,5$. Эффективность отжима характеризуется показателем остаточной влажности белья после отжима. Чтобы узнать, к какому классу относится та или иная модель стиральной машины, следует определить индекс эффективности класса отжима путем деления веса воды в белье после отжима к весу белья в сухом виде. Существует 7 классов отжима: от самого высокого – *A* до самого низкого – *G*. Износ белья – важный показатель, характеризующий качество работы стиральной машины. Понять, насколько быстро белье потеряет свои изначальные свойства, можно при помощи расчета величины потери прочности. Производительность рассчитывается за счет вычисления, сколько килограммов белья можно постирать за один час. Значение этого свойства зависит от количества циклов полоскания, продолжительности программ и действий, необходимых на загрузку и

выгрузку белья. Среднее время стирки белья, начиная от загрузки стиральной машины, заканчивая изъятием белья для программы «хлопок, 60 °С» составляет 2 часа. Это время может отличаться на 20–30 минут в зависимости от модели стиральной машины. Исходя из того, что машина работает 24 часа и время цикла 2 часа, в сутки может быть выполнено 12 циклов. Расчет целесообразно делать исходя из загрузочной массы стиральной машины и цикла стирки. Балльная шкала разработана с учетом загрузки стиральной машины (от 1 до 10 кг) для тестирования на программе «хлопок, 60 °С».

Безопасность прибора характеризуется механической безопасностью и электробезопасностью. В случае механической системы безопасности речь идет о наличии тормозящих, блокировочных устройств быстровращающихся элементов конструкции машины и технических характеристиках замка, блокирующего загрузочный люк во время работы стиральной машины. Существует два типа замков: термозамки, работающие на базе биметаллической пластины, и электромозамки, построенные на электромагнитах. В большинстве выпускаемых сегодня стиральных машин устанавливается термозамок, поскольку его отличает надежность и долгий срок службы. Электробезопасность характеризуется присваиванием класса защиты от поражения электрическим током. Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009, к классу 0 относятся приборы, имеющие рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления (если эти изделия не отнесены к классу II или III) [47]. К классу I относится продукция, имеющая рабочую изоляцию и элемент для заземления (если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом). К классу II должны относиться изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления. К классу III следует относить изделия, предназначенные для работы при безопасном сверхнизком напряжении, не имеющие ни внешних, ни внутренних электрических цепей, работающих при другом напряжении. Средняя наработка на отказ – это результат деления времени тестирования

партии стиральных машин на число отказов всех стиральных машин. Средняя наработка на отказ должна составлять не менее 400 часов для автоматических стиральной машины, 650 часов для полуавтоматических стиральных машин и 700 часов для стиральных машин без отжима и с ручным отжимным устройством. Среднее время работы машин до первого отказа (средняя наработка до отказа), как правило, соответствует гарантийному сроку эксплуатации. Гарантийный срок эксплуатации составляет в среднем от 1 года до 3 лет, в зависимости от марки и фирмы производителя.

Ремонтопригодность – один из важных факторов качества стиральной машины. Оценить эту характеристику можно за счет оценки средней стоимости ремонта и времени, необходимого для устранения неисправности. Зачастую стоимость запчастей и работа мастера соизмеримы с ценой нового экземпляра. Для определения критериев оценки обоих показателей следует отталкиваться от наиболее дорогостоящих ремонтов, таких как ремонт механики и ремонт электронного модуля. Ремонт механики включает в себя замену подшипников, сальников, зачастую замену крестовины барабана, самого барабана или бака. Такой ремонт является дорогим и занимает большое количество времени за счет того, что любая из этих операций требует разборки бака. Предпочтение следует отдавать производителям, которые используют разборную конструкцию бака. Также одним из наиболее дорогих ремонтов является замена микроконтроллера, поскольку микроконтроллер считается самым уязвимым местом электронного модуля. Предпочтение отдается стиральным машинам, у которых есть возможность заранее скопировать программное обеспечение с исправного микроконтроллера электронного модуля. В 60% случаев производится замена электронного модуля в связи с отсутствием программного обеспечения. Ремонт с заменой микропроцессора может составлять 30% от стоимости прибора, однако замена электронного модуля может достигать 70–80% от стоимости самой стиральной машины.

Наиболее уязвимыми компонентами стиральной машины являются: барабан, кювета (дозатор), фильтр помпы, уплотнительная резинка, имеющие

непосредственный контакт с водой и моющими средствами. В этом случае доступность компонентов для чистки имеет наибольшее значение. При очистке барабана важную роль играет факт, оборудована ли стиральная машина режимом очистки. В случае наличия данного режима аппарат самостоятельно убирает остатки моющего средства, песчинки, жирный налет, оставшийся от моющего средства и мелкой органики, с поверхности барабана, что значительно облегчает чистку и повышает ее эффективность. Уровень шума распространяемых по воздуху акустических шумов при отжиге и во время стирки во многом зависит от номинальной вместимости стиральной машины. Показатель регулируется стандартом ГОСТ Р 56478-2015 [35]. Уровень шума при отжиге не должен превышать 70 дБ, а уровень шума при стирке должен быть не выше 55 дБ.

Таким образом, на основе анализа требований потребителей разрабатываются спецификации к продукции. При этом потребительские свойства продукции анализируются и описываются в полной мере, что особенно важно при проектировании продукции и в полной мере удовлетворяет требования стандарта ИСО 22514-1:2014 [34]. Оценку технического уровня бытовой техники целесообразно проводить при проведении мониторинга существующей или планируемой к производству продукции, при планировании разработки и внедрения на рынок импортозамещающей продукции.

2.2. Квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники

Оценки технического уровня производится по квалиметрической модели на основе аддитивной свертки показателей более низкого уровня:

$$I_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_i (I_{ij} \omega_j), \quad (6)$$

I_0 – оценка технического уровня продукции,

n – количество показателей первого уровня,

q_i – веса, $\sum_{i=1}^n q_i = 1$,

I_{ij} – показатели второго уровня

m – количество показателей второго уровня,

ω_j – оценка эксперта для j -го показателя.

Расчет технического уровня продукции в соответствии с разработанным реестром потребительских свойств опишем следующим образом:

$$I_0 = \sum_{j=1}^{k_1} q_1 I_{1j} \omega_j + \sum_{j=1}^{k_2} q_2 I_{2j} \omega_j + \sum_{j=1}^{k_3} q_3 I_{3j} \omega_j + \sum_{j=1}^{k_4} q_4 I_{4j} \omega_j, \quad (7)$$

где $k_1 - k_4$ – количество основных критериев, входящих в обобщенные критерии $I_1 - I_4$.

Для расчета весовых коэффициентов критериев оценки технического уровня составлена матрица рангов представленная в табл. 8.

Таблица 8 – Матрица рангов

Факторы / Эксперты	1	2	3	4	5	6	Сумма рангов	d	d^2
Функциональность	3	3	2	2	2	3	15	0	0
Безопасность	2	4	4	4	3	4	21	6	36
Надежность	4	2	3	3	4	2	18	3	9
Эргономичность	1	1	1	1	1	1	6	-9	81
Σ	10	10	10	10	10	10	60	-	126

Разность между рангами экспертов определяется формулой

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n} = \sum x_{ij} - 15. \quad (8)$$

Проверка правильности составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+4)4}{2} = 10. \quad (9)$$

Суммы по столбцам матрицы равны между собой и равны контрольной сумме, значит, матрица составлена правильно. Произведем оценку средней степени согласованности мнений всех экспертов при помощи коэффициента конкордации.

В результате расчетов $W = 0,7$, что говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов. Результаты вычисления критерия согласования Пирсона (оценка значимости коэффициента конкордации) χ^2 равен 12,6.

Вычисленный χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы: $K = n - 1 = 4 - 1 = 3$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$. Так как χ^2 расчетный 12,6 больше либо равен табличному (7,81473), то $W = 0,7$ – величина не случайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях. Для вычисления весовых коэффициентов необходимо значения суммы рангов привести в соответствие весовым коэффициентам. Для этого по каждому параметру вычислим величины, обратные сумме рангов. Результаты расчетов представлены в табл. 9.

Таблица 9 – Матрица величин, обратных сумме рангов критерия оценки технического уровня

Характеристика критериев	Отношение суммы рангов
Функциональность	$x_3 = 1/15 = 0,066$
Безопасность	$x_2 = 1/21 = 0,047$
Надежность	$x_1 = 1/18 = 0,055$
Эргономичность	$x_4 = 1/6 = 0,166$

Для получения коэффициента весомости следует сложить величины суммы рангов и взвесить каждое число в полученной сумме, которую примем равной 1. Итоговые значения весовых коэффициентов представлены в табл. 10.

Таблица 10 – Матрица итоговых весовых коэффициентов критерия оценки технического уровня

Характеристика критериев	Значение рангов	Весовые коэффициенты
Эргономичность	0,166	0,1
Надежность	0,055	0,3
Безопасность	0,047	0,35
Функциональность	0,066	0,25

Разработана шкала оценки технического уровня с учетом веса характеристик (табл. 11).

Таблица 11 – Шкала оценки технического уровня

Оценка	Технический уровень
$0 \leq I_0 \leq 0,2$	Очень высокий
$0,2 < I_0 \leq 0,4$	Высокий
$0,4 < I_0 \leq 0,6$	Средний
$0,6 < I_0 \leq 0,8$	Низкий
$I_0 > 0,8$	Очень низкий

На предприятии, специализирующемся на производстве стиральных машин, была произведена оценка технического уровня продукции согласно разработанной модели для трех видов продукции: LXW1026, LXQ3340, QWS2231. Иерархическая матрица критериев второго уровня для оценки технического уровня продукции для АСМ приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Группа критериев оценки технического уровня бытовой

техники

Группа	Обобщенный критерий	Обозначение обобщенного критерия (I)	Основные критерии	Обозначение основных критериев
Оценка технического уровня I_0	Функциональность	I_1	Эффективность стирки	I_{11}
			Качество полоскания белья	I_{12}
			Эффективность отжима белья	I_{13}
			Износ белья при стирке	I_{14}
			Производительность	I_{15}
	Безопасность	I_2	Электробезопасность	I_{21}
			механическая безопасность	I_{22}
	Надежность	I_3	Долговечность	I_{31}
			Безотказность	I_{32}
			Ремонтопригодность	I_{33}
	Эргономичность	I_4	Удобство чистки	I_{41}
			Безвредность	I_{42}

Фрагмент результатов анализа стиральных машин: LXW1026, LXQ3340,

QWS2231 представлены в табл.13

Таблица 13 – Оценка технического уровня АСМ

ПС	Функциональность					Безопасность				Надежность					Эргономичность					Сумма баллов	Оценка технического уровня		
	Отстирываемость белья	Кол-во стирального раствора после полоскания	Остаточная влажность белья после отжима	Потеря прочности	вес белья/цикл	Класс защиты от поражения электрическим током	Защита от доступа к токоведущим частям	Наличие тормозящих, блокировочных устройств	Блокировка люка	Интенсивность отказов	Средний срок службы изделия	Среднее время наработки на отказ	среднее время наработки до отказа	Ремонт стирального блока	Ремонт электронного модуля	Чистка барабана	Чистка фильтра помпы	Чистка уплотнительной резинки	Чистка кюветы			Уровень звуковой мощности при отжиге	Акустические шумы во время стирки
Вес	0,25					0,35				0,3					0,1								
LXW1026	1	1	1	1	5	7	1	1	1	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	39	0,12
LXQ3340	1	1	1	1	6	7	1	1	10	10	10	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	68	0,32
QWS2231	7	10	3	1	7	7	1	1	10	1	10	5	10	10	10	10	10	10	10	1	10	144	0,61

В результате применения разработанной модели оценки технического уровня продукции на предприятии, специализирующемся на производстве стиральных машин, выявлено, что модель стиральной машины LXW1026 соответствует очень высокому техническому уровню и полностью

удовлетворяет потребности потребителя. Модель стиральной машины LXQ3340 соответствует высокому техническому уровню. Обе модели стиральных машин не нуждаются в доработках и исправлениях технической составляющей качества. Модель стиральной машины QWS2231 обладает низким техническим уровнем и нуждается в доработке. Приоритетными направлениями по совершенствованию продукции являются параметры надежности и безопасности. Это связано с высокими показателями весового коэффициента. Большое внимание было уделено ремонтпригодности модели. Конструкция бака была заменена на разборную, и была создана программа для микроконтроллера электронного модуля. Данные изменения повлекли за собой улучшения показателей, отвечающих за средний срок службы изделия (срок службы увеличился до 15 лет) и среднее время наработки до отказа (гарантийный срок увеличен с 1 года до 2 лет). Также было принято решение улучшить качество механической безопасности за счет изменения конструкции блокировочного устройства люка. Параметры потребительского свойства «функциональность» (эффективность стирки и качество полоскания) были включены в план ежедневного тестирования, были изменены настройки программного обеспечения приборов, что привело к значительному улучшению показателей. Вышеперечисленные доработки позволили улучшить качество стиральной машины и повысить технический уровень с 32,55 балла (низкий уровень) до 17,25 балла (высокий технический уровень). В связи с этим внешний показатель качества стиральных машин (уровень технических отказов (TCR)) улучшился на 6% за счет снижения количества жалоб потребителей, а затраты на гарантийные ремонты снизились на 8%.

Таким образом, применение описанной в диссертационном исследовании квалитетической модели дает возможность производственным предприятиям делать анализ качества производимой продукции с точки зрения безопасности, функциональности, надежности и эргономичности, выявлять параметры с наиболее низкими техническими показателями, нуждающимися в доработке и усовершенствовании.

Полученные результаты анализа являются базой для принятия решения о подготовке к выпуску нового продукта, снижению или исключению материально-технических затрат на неперспективные направления.

2.3 Оптимизация технических характеристик

В условиях глобализации, динамичного развития компаний нужно не только производить качественную продукцию, соответствовать требованиям стандартов и норм, но и постоянно совершенствовать производимую продукцию, разрабатывать новые функции, оптимизировать существующие технические свойства продукции. Для этих целей автором диссертационного исследования предложена методика оптимизации и контроля технических характеристик для производственных предприятий. Методика включает в себя следующие шаги, представленные в таблице 14.

Таблица 14 – Методика оптимизации технических характеристик на производстве

Действия:	Метод:	Формула расчета:	Комментарий:
1. Определение факторов влияния на исследуемый процесс	Матрица структурирования функций качества	-	В ходе составления матрицы структурирования функций качества анализируются следующие факторы: запросы потребителя; значимость для потребителя; характеристики, удовлетворяющие потребителя; характеристики, противостоящие конкурентам; цели; уровень улучшения;
2. Определение минимального числа опытов	полный факторный эксперимент	$N = p^k$, где N – число опытов;	Уровень фактора (p) представляет собой выбранные для эксперимента количественные или качественные состояния

		<p>p – число уровней факторов; k – число факторов.</p>	<p>фактора. Иными словами, это верхний и нижний уровни. Минимальное число уровней, обычно применяемое на первой стадии работы равно 2.</p>
	дробный факторный эксперимент	<p>$n = N^{(k-p)}$,</p> <p>где n – минимальное количество опытов, необходимых для реализации эксперимента, N – число уровней факторов, k – число исследуемых параметров, p – число линейных эффектов, приравненных к эффектам взаимодействия. Разница $k-p$ называется разрешением.</p>	<p>На основе теории дробных факторных планов (ДФП) можно рассчитать минимальное количество тестов, необходимых для того, чтобы сделать вывод о процессе.</p>
3. Сбор статистических данных	Статистическое наблюдение	-	-
4. Анализ переменных	Time series plot	-	Анализ зависимости процесса от времени
	Probability plot	-	Анализ процесса на предмет нормального распределения
5. Параметризация модели	Scatter plot/ Probability plot	-	Зависимость между переменными x и y изображают точками на координатной плоскости (x,y) и соединяют их линиями. По виду эмпирической линии регрессии делают предположение о виде зависимости переменной x от y : линейная или нелинейная.
6. Построение модели	Парная регрессия	<p>$y(x) = f(x)$,</p> <p>где y – зависимая переменная (результативный признак); x –</p>	-

		независимая, или объясняющая, переменная (признак-фактор).	
	Множественная регрессия	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon,$ где $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ коэффициентов регрессии (эмпирические коэффициенты регрессии); ε - оценка отклонения. X_1, X_2, \dots, X_m - вектор независимых (объясняющих) переменных.	Модель с большим числом факторов. При помощи множественной регрессии определяется влияние каждого из факторов в отдельности на результат, а также совокупное их воздействие на моделируемый показатель.
10. Корреляционный анализ	Парные коэффициенты корреляции	$r_{xy} = \frac{\bar{x} \cdot \bar{y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{s(x) \cdot s(y)}$	-
	Частные коэффициенты корреляции	$r_{yx_1/x_2} = \frac{r_{yx_1} - r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{\sqrt{(1 - r_{yx_2}^2)(1 - r_{x_1x_2}^2)}}$	Взаимосвязь между двумя признаками искажается вследствие того, что оба признака подвержены влиянию других факторов. Для получения более точных взаимосвязей между двумя переменными исключают влияние на них третьей переменной.
10. Проверка качества построенного уравнения регрессии	Коэффициент детерминации	$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$	Оценка значимости уравнения множественной регрессии осуществляется путем проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициент детерминации рассчитанного по данным генеральной совокупности.
11. Оценка статистической значимости модели	F – статистика (критерий Фишера)	$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{n - m - 1}{m}$	Если $F < F_{кр} = F_{\alpha}$; $n - m - 1$, то нет оснований для отклонения гипотезы H_0 .

Под термином «технические характеристики» подразумеваются параметры оборудования, обеспечивающие корректное функционирование техники на протяжении всего срока службы. К этой группе относятся показатели безопасности, надежности, функциональности и безвредности. В

целях определения возможных факторов влияния (x) на зависимую переменную (y) целесообразно использовать матрицу структурирования функций качества. В зависимости от целей и условий исследования различают следующие виды эксперимента: полный факторный эксперимент и дробный факторный план («полу реплика»). Одним из методов анализа переменных является графический анализ. Чтобы определить все ли факторы включены в анализ, необходимо исключить факт зависимости процесса от времени (Time series plot) и проанализировать процесс на предмет нормального распределения (Probability plot). Под параметризацией подразумевается выбор вида модели, в том числе состава и формы входящих в неё связей между переменными. Связь между зависимой переменной (y) и набором из одной или нескольких переменных независимых переменных (x) может быть линейной и не линейной. Одним из наиболее часто используемых методов статистики является множественная линейная регрессия. Как правило, влияние на процесс не ограничивается одним фактором, при этом можно использовать эту модель регрессии для прогнозирования Y , когда известны только X . Для оценки значимости уравнения множественной регрессии используют F-критерий Фишера. Если независимые переменные различны по своей сущности и имеют различные единицы измерения, то коэффициенты регрессии являются несопоставимыми. В этом случае тесноту связи можно измерить при помощи частных коэффициентов эластичности, β -коэффициентов или частных коэффициентов корреляции. В процессе апробации методики на предприятии, специализирующемся на производстве АСМ выполнен анализ функциональных характеристик: чистота белья после стирки, качество полоскания, эффективность отжима белья, износ белья после стирки, безотказность, долговечность и т.д. Результаты анализа в виде «матрицы структурирования функций качества» представлены на рисунке 5.

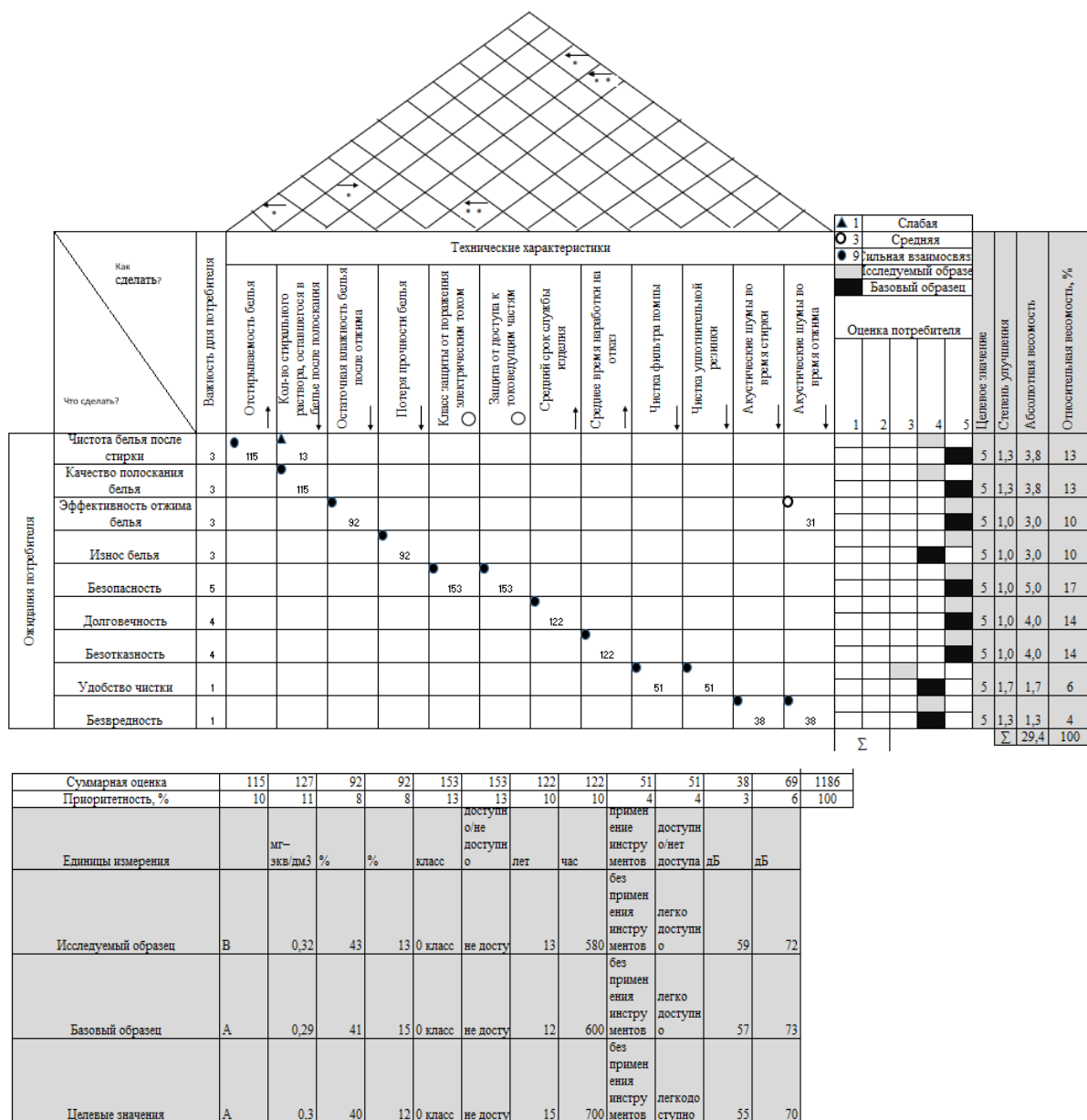


Рисунок 5 – Матрица структурирования функций качества технических характеристик АСМ

Установлено, что согласно суммарной оценке приоритетными к улучшению характеристиками являются: класс защиты от поражения электрическим током, защита от доступа к токоведущим частям. Однако, в связи с тем, что исходный образец полностью соответствует базовому по данным техническим параметрам, принято решение по улучшению технической характеристики, отвечающей за количество стирального раствора, оставшегося в белье после полоскания, что непосредственно влияет

на качество полоскания, поскольку данный параметр обладает так же высоким приоритетом с точки зрения потребителя и требует улучшения.

В ходе анализа корневых причин при помощи диаграммы Исикавы выявлено, что техническая характеристика электропроводность воды является одним из приоритетных факторов влияния на качество полоскания. Выявлены следующие независимые переменные (x), оказывающие влияние на зависимую переменную (y): время стирки (x_1), время полоскания (x_2), количество потребляемой воды во время полоскания (x_3). При решении поставленной задачи осуществлялся полный факторный эксперимент 2⁴, в связи с этим производился анализ 16 стиральных машин. Результаты тестирования приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты тестирования функции электропроводности для процесса полоскания белья

№	электропроводность (y)	время стирки (x_1)	время полоскания (x_2)	потребление воды (x_3)
1	629	124	5	60
2	620	146	5	49
3	623	128	6	53
4	616	135	8	60
5	618	124	5	70
6	621	153	6	50
7	615	154	9	52
8	614	120	13	55
9	618	160	7	65
10	593	180	8	64
11	625	165	6	65
12	596	125	16	72
13	607	130	8	57
14	593	165	12	69
15	612	150	5	70
16	598	122	14	57

Ранее отобранная выборка измерений параметра электропроводность производилась с интервалом регистрации данных в 1 день, результаты измерений представлены на рисунке 6.

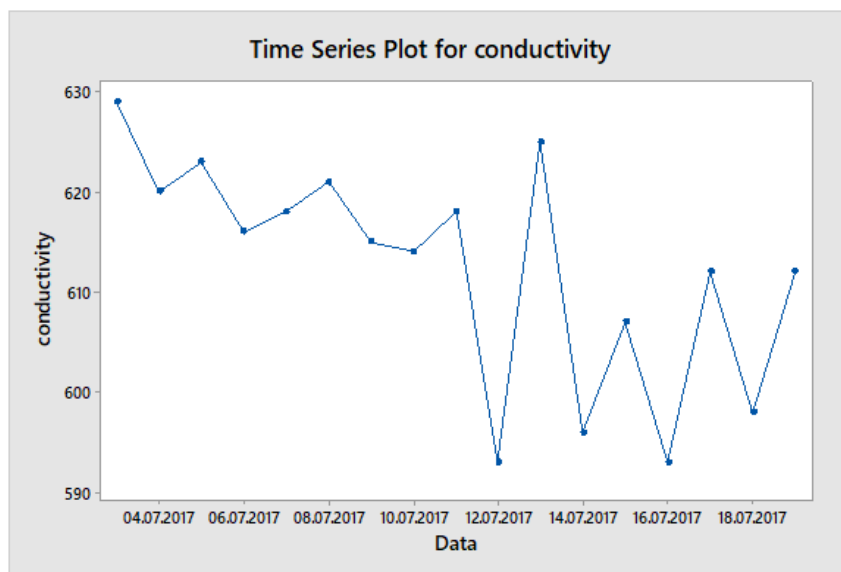


Рисунок 6 – График временных рядов для параметра «электропроводность воды»

Из рисунка 6 видно, что временному ряду значений не свойственна циклостационарность, структура данных в будние дни несколько не отличается от структуры данных в выходные дни. Выявлено абсолютно случайное распределение значений электропроводности, общая или частная тенденция к спаду или приросту значений отсутствует, что говорит об отсутствии специальных причин, таких, как, например, погодные условия, влажность в помещении, зависимость от рабочей смены. В ходе графического анализа данных на предмет нормального распределения выявлено, что график ряда показывает равномерное случайное попадание точек в диапазон по обе стороны условной центральной линии, что говорит о нормальности распределения данных, а так же свидетельствует о том, что вид регрессии является линейной (Рис.7).

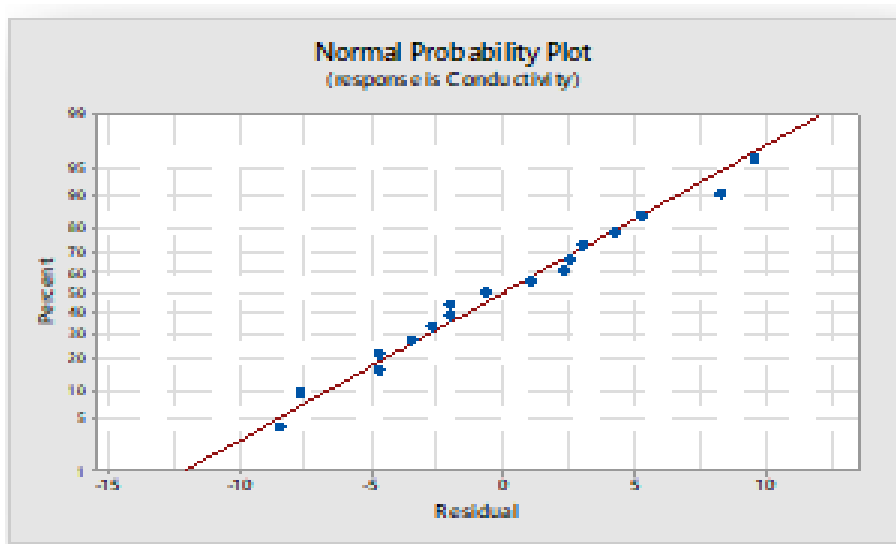


Рисунок 7 – График распределения вероятностей для параметра «электропроводность воды»

Близость значений к прямой красной линии так же свидетельствует о том, что зависимость между переменными может быть определена как линейная. При помощи множественной линейной регрессии в статье разработана модель функции электропроводности для процесса полоскания, определено влияние каждого из факторов в отдельности на результат, а также совокупное их воздействие на моделируемый показатель. Векторы оценок коэффициентов регрессии рассчитываются согласно методу наименьших квадратов по формуле:

$$Y(X) = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (10)$$

где Y – зависимая переменная, x – независимая переменная, $(X^T X)^{-1}$ -обратная матрица произведения транспонированной матрицы независимой переменной и матрицы независимой переменной, $X^T Y$ – произведение транспонированной матрицы независимой переменной и зависимой.

Чтобы оценить тесноту линейной корреляционной связи между зависимой случайной величиной и независимой случайной величиной необходимо рассчитать парные коэффициенты корреляции. Так же по коэффициенту парной корреляции можно судить о существовании мультиколлинеарность в модели. Если в матрице есть межфакторный

коэффициент корреляции $r_{x_j x_i} > 0.7$, то в данной модели множественной регрессии существует мультиколлинеарность.

Результаты воздействия факторов попарно на результат представлены графически на рис.8 .

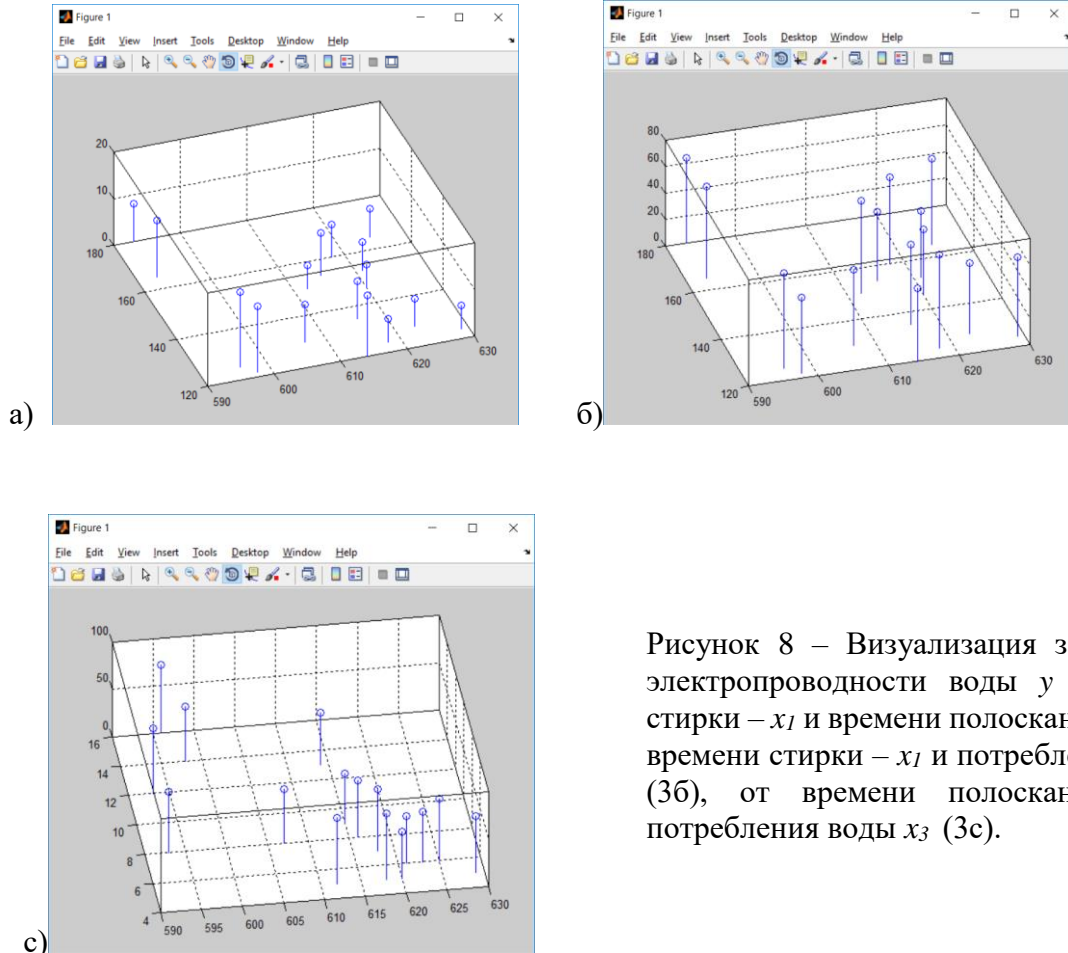


Рисунок 8 – Визуализация зависимостей электропроводности воды y от времени стирки – x_1 и времени полоскания x_2 (3а), от времени стирки – x_1 и потребления воды x_3 (3б), от времени полоскания x_2 и потребления воды x_3 (3с).

Получена матрица линейных коэффициентов парной корреляции:

$$\begin{vmatrix}
 & y & x_1 & x_2 & x_3 \\
 y & 1 & -0.187 & -0.714 & -0.3927 \\
 x_1 & -0.187 & 1 & -0.2485 & 0.1436 \\
 x_2 & -0.714 & -0.2485 & 1 & 0.1743 \\
 x_3 & -0.3927 & 0.1436 & 0.1743 & 1
 \end{vmatrix} \quad (11)$$

По величине парных коэффициентов корреляции обоснован вывод о том, что влияние факторов друг на друга отсутствует, что говорит об отсутствии мультиколлинеарности факторов. Выполнен расчет частных коэффициентов корреляции и проведен анализ на основе шкалы Чеддока (Таблица 16).

Таблица 16 – Частные коэффициенты корреляции функции электропроводности

Коэффициент корреляции	Значение	Связь	$t_{набл}$	$t_{крит}$	значимость коэффициента корреляции
$r_{y1/x2}$	-0,538	Умеренная	2,3	2,16	$t_{набл} > t_{крит}$ - значим
$r_{y1/x3}$	-0,143	Низкая	0,52	2,16	$t_{набл} < t_{крит}$ - не значим
$r_{y2/x1}$	-0,799	Сильная	4,79	2,16	$t_{набл} > t_{крит}$ - значим
$r_{y2/x3}$	-0,713	Сильная	3,67	2,16	$t_{набл} > t_{крит}$ - значим
$r_{y3/x1}$	-0,376	Не сильная	1,46	2,16	$t_{набл} < t_{крит}$ - не значим
$r_{y3/x2}$	-0,389	Не сильная	1,52	2,16	$t_{набл} < t_{крит}$ - не значим

Из анализа следует, что ввод в регрессионное уравнение фактора x_3 остается нецелесообразным. Однако после исключения фактора x_3 коэффициент детерминации значительно снизился, в связи с этим фактор из уравнения исключен не был.

В результате расчетов получено уравнение множественной регрессии: $y=682.83-0.22x_1-2.5x_2-0.32x_3$. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 68.53% общей вариабельности Y объясняется изменением учтенных факторов.

Данная модель позволяет провести верификацию на соответствие требованиям стандарта ГОСТ 8051-83, что позволяет подтвердить выполнение общих технических условий для АСМ, производимых в Российской Федерации. В результате внедрения разработанной методики на производстве бытовой техники начиная с апреля 2018 был улучшен параметр электропроводности с 629 сименс/см до 593 сименс/см путем увеличения количества воды во время полоскания до 72 литров, продолжительность процесса полоскания белья была увеличена с 5 до 16 минут, время стирки снижено до 120 минут, так как было выявлено, что влияние фактора на процесс незначительное. В результате улучшен показатель, отвечающий за

качество полоскания (количество стирального раствора, оставшегося в белье после полного цикла стирки) до 0,2 мг–экв/дм³, в что соответствует требованиям стандарта ГОСТ 8051-83. Улучшен внутренний показатель по качеству (уровень взвешенных ошибок) на 4% и внешний показатель (количество ремонтов на рынке) на 6%.

Таким образом, предложенная методика внедрения технических изменений, основными этапами которой являются анализ и определение экспертной группой факторов, влияющих на исследуемый процесс или результат, сбор статистических данных, определение характера связи зависимой переменной и факторов влияния, анализ полноты номенклатуры факторов влияния (исключение зависимости факторов от времени и ненормального распределения), параметризация модели, построение регрессионной модели, проверка статистической надежности уравнения регрессии и коэффициента детерминации R с помощью F - критерия Фишера дает возможность выявить основные факторы, влияющие на исследуемый процесс, определить оптимальные параметры технических характеристик, позволяет произвести верификацию процесса.

2.4. Оценка результативности процессов производства бытовой техники

Каждая партия готовой продукции перед отправкой потребителю или перед отправкой на склад должна пройти проверку по качеству. Для получения объективной оценки результата важно, чтобы продукция была произведена в серийных условиях. Для проверки приборов лучше устанавливать цель в процентном соотношении. При расчете следует исходить из времени такта той или иной производимой продукции и времени, которое уходит на тестирование, учитывая ситуацию на рынке и на производстве. Критериями проверок является прежде всего спецификация, также проверки и тесты обновляются согласно регулярному анализу ситуации по качеству на рынке, которая дает картину удовлетворенности потребителя заявленными свойствами продукта. В связи с этим рекомендуется пересматривать контрольные планы не реже, чем раз в квартал, и отслеживать их актуальность. Однако лучше установить минимальный процент проверок, который следует соблюдать в случае стабильной ситуации на производстве и на рынке. Количество проверок в процентном соотношении устанавливается в начале каждого года в качестве цели директором фабрики на основании результата по качеству предыдущего года. Однако цель может быть пересмотрена в течение года в случае запуска новых моделей или изменения ситуации на рынке по качеству. Важно отслеживать ежедневную ситуацию на производстве. В случае появления проблем по качеству с комплектующими или сопутствующими производству тестами следует включать проверки в контрольные планы на предмет конкретных дефектов до того момента, пока на производстве проблема не будет окончательно устранена. Ежедневный мониторинг производства необходим для того, чтобы предупредить появление дефектов во время аудита готовой продукции и не пропустить данные дефекты потребителю. Важно отметить: для того чтобы не пропустить массовый дефект, следует выборочно проверять несколько первых приборов в начале каждого заказа. Данная процедура поможет вовремя остановить дефектные партии и своевременно исправить ситуацию. Предпочтительно установить

автоматическую систему отбора приборов на линии, чтобы избежать действия человеческого фактора и не допустить возможности фальсифицировать результаты проверки.

Любая продукция оценивается с точки зрения потребителя на предмет безопасности, функционирования согласно спецификации, а также с точки зрения визуальных отклонений, шума, ощущений потребителя [131].

Алгоритм действий в случае обнаружения несоответствия по одной из характеристик представлен на рисунке 9.

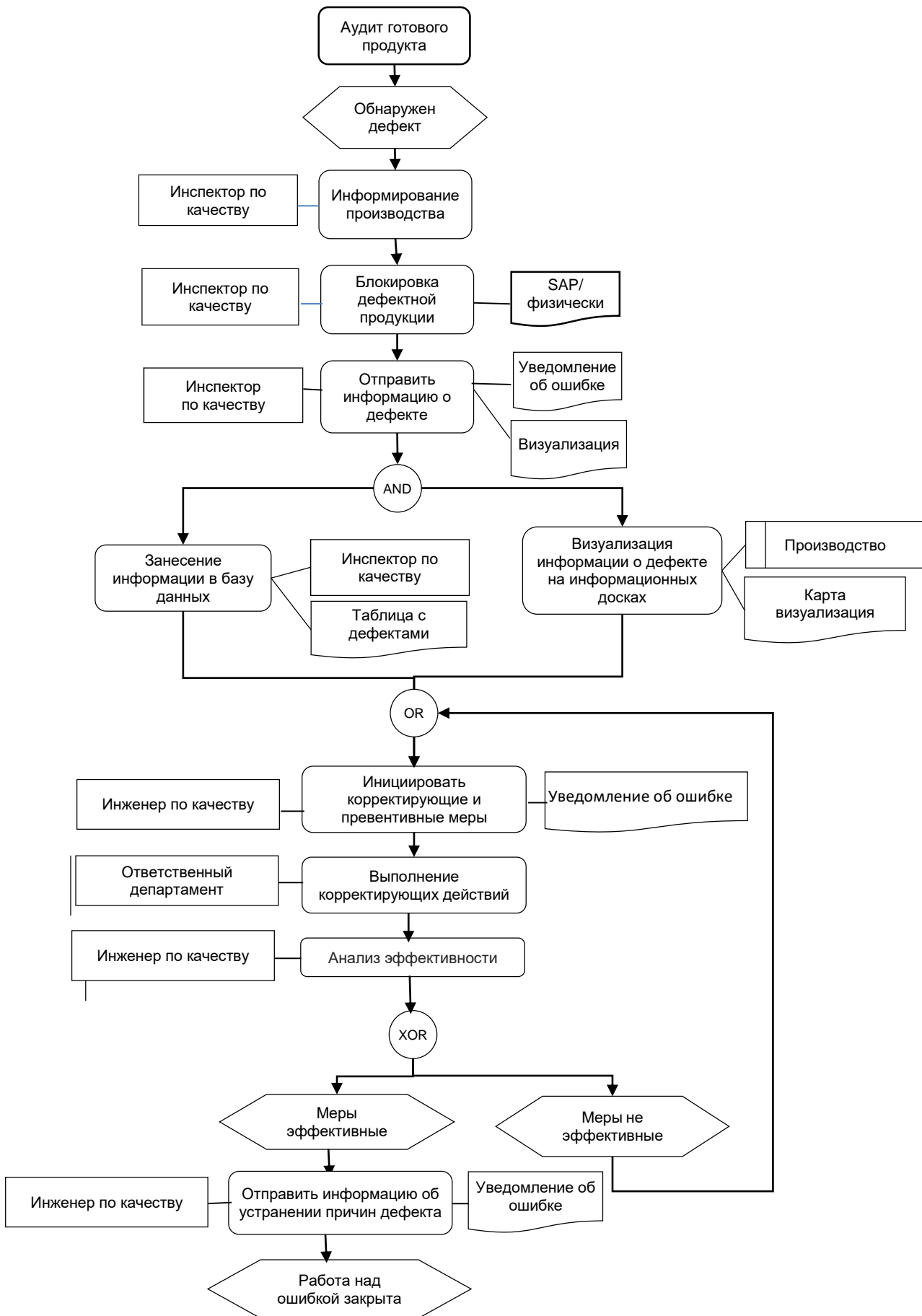


Рисунок 9 – Алгоритм действий в случае обнаружения несоответствия

В случае обнаружения массового дефекта представитель отдела качества, наделенный соответствующими полномочиями, в праве остановить линию до полного устранения того или иного дефекта. Если есть риск попадания некачественной продукции потребителю, продукция отзывается со складов и от дилеров обратно на завод на доработку или уничтожение, в случае, если дефект устранить невозможно. Для внутренней оценки качества продукции можно ввести систему, позволяющую определить уровень возможных обращений на рынке – так называемый взвешенный уровень ошибок.

Расчет взвешенного уровня ошибок производится по формуле:

$$K_2 = \frac{N_3 * N_4}{N_5} * 1,000,000 \quad (12)$$

где K_2 – взвешенный уровень ошибок; N_3 – количество дефектов; N_4 – вес ошибки; N_5 – количество проверенных приборов/деталей, единица измерения *ppm* – *pieces per million*, количество ошибок на миллион.

Вес ошибки рассчитываются исходя из таблицы 17.

Таблица 17 – Таблица расчета веса ошибок

Класс ошибки	Вес ошибки	Эффект на потребителя	Примеры
1	1,0	1. Безопасность 2. Функциональный дефект 3. Визуальный дефект (в 50% случаев есть вероятность, что дефект будет замечен потребителем)	1. Не подключено заземление, высокое напряжение, повреждение изоляции; острые углы/заусенцы на ручке 2. Прибор не работает 3. Отсутствует маркировка, очевидное визуальное повреждение
2	0,5	1. Функциональный/визуальный дефект. Вероятность, что дефект будет замечен потребителем, между 10 и 50%	1. Незначительное отклонение по температуре; незначительное повреждение; отсутствие лейбла
3	0,1	1. Ошибка не является ни визуальной, ни функциональной, и вероятность того, что дефект будет замечен потребителем, меньше 10%	1. Дефект печати; незначительный визуальный дефект; грязь

Эффективность мер можно оценивать при помощи внутреннего показателя – взвешенного уровня ошибок (weighted failure rate), повторяемости дефекта, также необходимо следить за ситуацией на рынке. Главным индикатором в этом случае является уровень технических отказов на рынке.

Такой показатель можно рассчитать по формуле

$$K_3 = \frac{N_6}{N_7} * 1,000,000 \quad (13)$$

где K_3 – уровень технических отказов; N_6 – количество обращений потребителей в сервисную службу; N_7 – количество произведенной продукции, единица измерения *ppm* – *pieces per million*, количество ошибок на миллион.

Для решения задач данного диссертационного исследования необходимой является разработка карты процесса на примере АСМ на этапе производства с учетом ключевых показателей процесса: целей, критериев оценки процессов и методик расчета (Приложение А).

Лучший способ донести информацию в самые кратчайшие сроки до производства – визуализация. Пример карты визуализации представлен на рисунке 10.

ООО "Восход"						
Оповещение об ошибке			Аудит продукта		№	QAA-9-2018
Модель	1	Заказ	10572709	Инициатор		Максимов
Платформа	KL	Вид аудита	Тест	Рабочее место		20
Номер	8898971	Класс дефекта	0,5	Смена		Б
Дата производства	02.02.2018	Повторение дефекта	1	Номер уведомления		211440178
NOK			OK			
Фотография дефекта			Фотография правильной детали/сборки			
1. Описание дефекта			2. Эффект на потребителя			

Рисунок 10 – Пример карты визуализации

Согласно подходу Toyota, применение карт визуализации позволяет в краткие сроки определить, соблюдаете ли вы стандарт или отклоняетесь от него [69]. Методы и инструменты управления качеством – наилучший источник для разработки корректирующих мер [8]. Метод шести сигм, как правило, используется при решении комплексных проблем [9, 144, 140, 161].

В случае обнаружения несоответствия во время аудита должны быть разработаны корректирующие меры по устранению того или иного дефекта и должны быть проанализированы риски и возможности для того, чтобы избежать повторения дефекта в будущем и предотвращения новых дефектов [103]. В связи с этим в диссертационном исследовании разработана матрица решения проблем.

Для упрощения работы и автоматизации процесса прописываются макросы для работы с таблицей эксель. Условия для эксель файла описаны в таблице 18.

Таблица 18 – Матрица принятия решения

Матрица решения ООО "Восход"					
	Причина дефекта известна	Причина дефекта не известна	Повторяемость больше 2-х раз	Экономический эффект (>30 тыс евро)	Метод решения
Визуальный /Функциональный дефект	x				Оперативный подход решения
Визуальный /Функциональный дефект	x			X	Метод шести сигм
Визуальный /Функциональный дефект	x		X		Кайзен проект
Визуальный /Функциональный дефект	x		X	X	Метод шести сигм
Визуальный /Функциональный дефект		X			Оперативный подход решения
Визуальный /Функциональный дефект		X	X		Кайзен проект
Визуальный /Функциональный дефект		X		X	Метод шести сигм
Визуальный /Функциональный дефект		X	X	X	Метод шести сигм

Можно выделить три основных способа решения проблемы: решение проблемы на оперативном уровне (в этом случае в качестве помощи к анализу проблемы можно использовать семь простых методов управления качеством [9], Кайзен проект, шесть сигма проект [144]). Далее распределяются задачи, исходя из зоны ответственности членов экспертной группы: проблема, связанная с оборудованием – инженерный отдел, проблема связана с качеством поставляемого материала – отдел качества и т.д. Экспертной группе следует ответить на вопросы и заполнить таблицу. Автоматически должен быть предложен вариант решения проблемы. Пример матрицы решения проблем представлен в виде эксель таблицы на рисунке 11.

Матрица решения ООО "Восход"						
Описание дефекта	Причина дефекта известна	Причина дефекта не известна	Повторяемость больше 2-х раз	Экономический эффект >30 тыс евро)	Метод решения	Комментарий:
царапина на корпусе	x		x		Кайзен проект	человеческий фактор
Вал кронштейна не устанавливается		x	x	x	Шесть сигма проект	причина не установлена
Облой на фиксаторе	x				Оперативный подход решения	брак поставщика

Рисунок 11 – Матрица решения проблем

Корректирующие и превентивные меры дефектов, которые можно решить на оперативном уровне, просматриваются ежедневно. В случае внедрения мер, информация фиксируется в листе закрытия задач. На решение проблем при помощи кайзен проектов отводится не больше месяца и текущий статус проектов просматривается раз в неделю. Проекты метода шести сигм, в связи с комплексностью проблемы, целесообразно просматривать раз в месяц на актуальность статуса в кругу экспертной группы и ставить в качестве внутренней цели предприятия на закрытие проектов не более шести месяцев. Кайзен проекты и проекты метода шести сигм можно выносить на повестку ежемесячных встреч с руководством.

Таким образом, в данной работе представлена процедура организации контроля качества на производстве, включающая в себя алгоритм работы аудита готового продукта, карту производственного процесса, правила отбора продукции на проверку, пример карты визуализации, схему действий в случае обнаружения несоответствия и матрицу решения проблем в случае обнаружения несоответствия по качеству на производстве.

Внедрение данной процедуры на производстве бытовой техники в период с января 2018 по июнь 2018 года улучшило внутренний показатель по оценке качества продукции (уровень взвешенных ошибок) на 20% и внешний показатель (количество обращений на число произведенной продукции) на 34%. Применение матрицы решения проблем, а так же внедрение совещаний экспертной группы и встреч на уровне высшего руководства на предприятии по производству бытовой техники привело к тому, что в период с июня 2018

по декабрь 2018 улучшился внутренний показатель по оценке качества продукции (взвешенный уровень ошибок (количество дефектов, найденных во время проверки с учетом веса ошибки)) на 5% и внешний показатель (количество обращений на число произведенной продукции) на 7%.

2.5. Выводы к разделу 2

1. Разработан реестр потребительских свойств для оценки технического уровня применительно к электромеханическому виду бытовой техники – стиральной машине. При этом произведено детальное описание свойств АСМ, что особенно важно при проектировании продукции и в полной мере удовлетворяет требования стандарта ИСО 22514-1:2014. Значения показателей переведены в балльную систему, что составляет основу для оценки технического уровня продукции.

2. Разработана квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, основанная на аддитивной свертке показателей более низкого уровня, согласно которой основными показателями технического уровня являются: безопасности, надежности, функциональности и безвредности. При этом, существует высокая степень согласованности оценок экспертов, поскольку коэффициент конкордации $W=0,7$, а критерий согласия χ^2 Пирсона, равный 12,6, превышает табличное значение. Произведена оценка модельного ряда АСМ согласно разработанной матрица критериев второго уровня и реестру потребительских свойства для оценки технического уровня продукции. Выявлено ,что модель стиральной машины QWS2231 обладает низким техническим уровнем и нуждается в доработке. Разработанные меры по доработке АСМ позволили повысить технический уровень с 32,55 балла (низкий уровень) до 17,25 балла (высокий технический уровень).

3. С целью обеспечения качества бытовой техники на стадии проектирования и производства путем совершенствования технических показателей качества предложена методика оптимизации и контроля технических характеристик для производственных предприятий. В результате расчетов было получено уравнение множественной регрессии, статистическая значимость которого проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. В результате был улучшен параметр электропроводности с 629 сименс/см до 593 сименс/см, отвечающий за качество полоскания белья.

4. В контексте оценки результативности процессов производства разработана процедура организации контроля качества на производстве бытовой техники, включающая в себя алгоритм работы аудита продукции, карту производственного процесса, схему действий при обнаружении несоответствия по качеству продукта, правила отбора продукции на проверку, пример карты визуализации и матрицу решения проблем в случае обнаружения несоответствия по качеству на производстве.

3. МЕТОДИКИ И ПРОЦЕДУРЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

3.1. Методика внедрения системы менеджмента качества на производстве бытовой техники

Одним из способов успешного внедрения СМК на предприятии является использование методики ведения проектов. В некоторых исследованиях выделяют следующие этапы жизненного цикла проекта: замысел (формирование целей проекта), разработка, производство, применение, поддержка применения, переход в категорию непригодных для применения [10]. С учетом комплексности и специфики проектов число стадий жизненного цикла может меняться [50]. Для внедрения системы менеджмента качества на предприятии, автором диссертационного исследования рекомендуется разделить деятельность на четыре основные фазы: фаза формулировки целей и задач, фаза планирования, фаза реализации, заключительная фаза подведения итогов и получения результата или фаза контроля за выполнением проекта. Последняя фаза дает возможность оценить проект с точки зрения реализации поставленных в начале проекта целей и задач [66].

При внедрении системы менеджмента качества в соответствии с вышеперечисленными составляющими управленческой функции, руководителем должны быть созданы необходимые предпосылки для быстрого осуществления всех этапов создания СМК. В первую очередь, должно быть принято решение о начале проекта, руководитель должен известить сотрудников компании, назначить лидера проекта, как правило, это специалист менеджмента качества. Лидер проекта в свою очередь составляет документ, фиксирующий организационную структуру проектной команды. В качестве рабочей группы выступают сотрудники, обозначенные руководителями департаментов. В обязанности рабочей группы входит посещение совещаний, на которых обсуждается план внедрения, дальнейшие шаги и задачи, а, впоследствии, обсуждаются результаты внедрения. Открытые вопросы и возможные проблемы, связанные с внедрением СМК

выносятся на совещания с комитетом по принятию решений, в состав которого входят генеральный и коммерческий директора. Участие коммерческого директора необходимо, поскольку зачастую проблемы, которые требуют принятия того или иного решения, носят финансовый характер.

Пример документа, фиксирующего организационную структуру проектной команды, представлен на рисунке 12.

Проектная команда



Рисунок 12 – Пример документа организационной структуры проектной команды

Документ с организационной структурой утверждается руководителем отдела качества и генеральным директором компании. После того как команда по внедрению СМК сформирована следует приступить к работе над проектом.

Чтобы понимать, какой период времени планируется затратить на ту или иную задачу, рекомендуется интегрировать календарь планирования по месяцам и неделям, с возможностью отслеживания выполнения действий согласно намеченному плану. Это поможет как лидеру проекта в отслеживании и корректировке проекта, так и комитету принятия решений (высшему руководству) в процессе контроля над реализацией проекта и обеспечении своевременных решений. На рисунке 13 приведен пример

планирования и реализации проекта по месяцам, с разработкой программы по внедрению системы менеджмента качества.

Фаза:	Месяц	Февраль					Март				Апрель			
	Число	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Фаза:	Мероприятия	Р	реализовано			3	запланировано			П	перенос			
Фаза определение целей и задач	Назначение членов команды	Р												
	Разработка целей проекта		Р											
	Разработка задач проекта			Р										
	Стартовое совещание с руководителями отделов				Р									
Фаза планирования	Согласование плана аудита	Р												
	Согласование расходов по аудиту		Р											
	Согласование программы совещаний с рабочей группой			Р										
	Согласование программы совещаний с руководителями отделов			Р										
	Согласование программы совещаний с комитетом принятия решений			Р										
Фаза реализации	Описание и оптимизация бизнес-процессов					Р								
	Разработка нормативной документации						3	3	3	3				
	Тестирование и внутренний аудит										3	3		
	Оценка степени внедрения												3	
	Эскалация открытых пунктов топ –менеджменту												3	
Завершающая фаза	Совещание по статусу подготовки с менеджментом													3
	Проведение сертификации													
	Получение сертификата													

Анализ слабых мест во время подготовки и сертификации																				
Разработка плана корректирующих мер																				

Рисунок 13 – Проект внедрения СМК на предприятии

Требования к системе менеджмента качества содержит стандарт ИСО 9001:2015. Чтобы ввести стандарт в действие необходимо более детальное описание шагов, методов и инструментов внедрения. В таблице 19 описаны основные этапы внедрения системы менеджмента качества с комментариями к последней версии стандарта.

Таблица 19 – Этапы внедрения системы менеджмента качества

№	Этапы внедрения СМК	Комментарии к версии ИСО 9001:2015
1	Решение руководства	Роли высшего руководства (лидеру) уделяется особое внимание в новой версии стандарта ИСО 9001:2015
2	Определение контекста организации	Новое требование стандарта, подразумевающее определение внешних и внутренних условий
3	Обучение персонала	Организация должна обеспечить доступность необходимых знаний (информация об интеллектуальной собственности и результатах обучения), а так же поддерживать документы, связанные с обучением в актуальном состоянии.
4	Разработать политику в области качества	в новой версии политику в области качества должны знать работники на предприятии. Так же политика в области качества должна быть доступна заинтересованным сторонам.
5	Разработать видение и миссию компании	требования не изменились
6	Разработка руководства по качеству	новая версия не дает четких указаний, как должен выглядеть документ. Понятие "руководство по качеству" больше не используется. Однако, автором статьи рекомендуется разработать документ, фиксирующий распределение обязанностей, разработку правил регулирования работы департаментов, определения ответственных.
7	Определить цели по качеству	новое требование: о целях в области качества необходимо информировать заинтересованные стороны. Должно быть определено что, кто и когда должен делать, чтобы достичь цели. Необходимо определить ресурсы для достижения целей.
8	Описание и оптимизация бизнес – процессов	в новой версии появляется новое понятие "рисков и возможностей". Новое требование: контроль изменений процессов и анализ последствий непреднамеренных изменений".

9	Разработка нормативной документации	отсутствие требований к шести обязательным процедурам. Нет различия между понятиями "документ" и "запись". Вид документирования произвольный.
10	Тестирование и внутренний аудит	отсутствие требования наличия процедуры, однако необходимо вести и поддерживать документированную информацию по аудитам.
11	Оценка степени внедрения	согласно новой версии руководство должно учитывать внешние и внутренние изменения (контекст), которые могут повлиять на СМК. Принять во внимание показатели работы внешних поставщиков и других заинтересованных сторон. Должны быть учтены и проанализированы риски и возможности, достаточность ресурсов для обеспечения внедрения СМК и поддержания в рабочем состоянии.

Таким образом, внедрение и оптимизация СМК на предприятии позволит оптимизировать существующие процессы компании, может способствовать появлению новых процессов, необходимых для повышения эффективности, как в организационном, так и в финансовом плане. Сертифицированная система менеджмента качества на предприятии способствует успешному существованию компаний в рамках высокой конкуренции на рынке, а так же способствует привлечению крупных отечественных и иностранных инвесторов. В качестве инструмента внедрения системы менеджмента качества предложено использовать подход, основанный на опыте внедрения проектов, включающий разработку организационной структуры, разделение деятельности на соответствующие фазы (фаза формулировки целей и задач, фаза планирования, фаза реализации, фаза подведения итогов и получения результата или фаза контроля за выполнением проекта), интеграцию этапов внедрения в календарь планирования по месяцам и неделям, с возможностью отслеживания выполнения действий согласно намеченному плану. В диссертационной работе проанализированы и сформулированы основные этапы внедрения СМК согласно последней версии стандарта ИСО 9001.

3.2. Разработка формализованной процедуры внедрения системы менеджмента измерений при производстве бытовой техники

Метрологическое обеспечение является неотъемлемой частью процесса производства и является одной из составляющих системотехнических принципов повышения эффективности производственных систем. Метрологическое обеспечение производства включает в себя такие шаги, как: организация учета, калибровка, поверка средств измерительной техники, обеспечение требуемой точности и качества проводимых измерений [127].

В связи с этим автором диссертационного исследования разработана следующая методика внедрения системы метрологического обеспечения на производственном предприятии, включающая следующие этапы (Таблица 20):

Таблица 20 – Методика организации системы метрологического обеспечения

Организация учета СИ	Создание базы данных	Наименование СИ
		Заводской номер СИ
		Диапазон измерений СИ
		Погрешность СИ
		Номер сертификата калибровки СИ
		Участок хранения/использования СИ
		Ответственный за участок хранения/использования СИ
		Общее количество СИ
		Количество индикаторов
		СИ в процессе калибровки
		Количество заблокированных СИ
		Количество сломанных СИ
		Количество утилизированных СИ
Организация калибровки и поверки	Отслеживание статуса СИ	Дата последней калибровки
		Статус
		Поверитель
		Дата последующей калибровки
		Заблокировано
Идентификация СИ	Маркировка СИ	
Обеспечение точности измерений	Внедрение анализа «Gage R&R»	
Контроль	Внедрение системы аудитов	
	Метрологическая аттестация испытательного оборудования	

Для выполнения описанных в методике задач следует назначить главного метролога на предприятии. Метрологи осуществляют контроль измерительной техники и надзор качества продукции, проверяют соответствие средств измерений государственным и международным

требованиям. Объектам проверки метролога выступает не только техника, но и сопроводительная документация оборудования. Метролог так же отвечает за отслеживание статуса измерительного оборудования на предприятие, а именно: за заказ, нумерацию, подсчет, перемещение, организацию поверки, калибровки и блокировки некондиционного оборудования, изъятия его из производства.

Для поддержания необходимых документов и записей, относящихся к систематизации и отслеживанию измерительного оборудования, в ведении главного метролога находится база данных, которая содержит всю необходимую информацию. Пример базы данных изображен на таблице 21.

Таблица 21 – Пример базы данных учета средств измерения

База данных учета средств измерения											
	Наименование	Заводской номер	Диапазон измерений	Погрешность	Номер сертификата калибровки	Участок	Ответственный	Дата последней калибровки	Статус	Поверитель	Дата следующей калибровки
1	Штанген-циркуль	FPDA12 1	0-150 мм	$\pm 0,05$ мм	148/10	PD	Степанов Н.	04.02.2018	Откалиб- ровано	Тест СПб	04.02.2019
2	Внутренний микро-метр	FQM261	100- 900 мм, ЦД 0,01	$\pm 0,02$ мм	150/11	QM	Иванов К.	16.01.2018	Откалиб- ровано	Тест СПб	16.01.2019
3	Термо-метр Testo 925	FME261	50°...1 00°С	$\pm 0,1$ °С	161/12	ME	Михеев Н.	11.09.2017	Заблоки- ровано	Тест СПб	11.10.2018

В качестве результата ежемесячно должны подводиться итоги по отслеживанию статуса всех СИ на предприятии. Это необходимо, чтобы не допустить возможности использования неоткалиброванного оборудования на

производстве, а так же выявить, какие измерительные приборы должны быть изъяты в следующем месяце. Подобный контроль ситуации позволит так же вовремя планировать, где и когда необходимо заменить серийное средство измерения на прибор - дубликат. Пример таблицы по отслеживанию СИ на предприятии, специализирующемся на производстве АСМ представлен на рисунке 22.

Таблица 22 – Пример таблицы отслеживания СИ

Учет СИ на предприятии									01.05.18	
Предприятие	Всего:	Индикаторов	Средств измерений	Не откалибровано	В процессе	Утеряно	Заблокировано	Сломано	Консервация	Удалено/ Утилизировано
ООО Восход	1345	438	1172	0	12	127	266	11	29	0

Все измерительное оборудование, находящееся в использовании должно быть промаркировано. В качестве наглядной визуализации используется три цвета: синий (для оборудования, которому присвоен статус индикатора), зеленый цвет (для оборудования, которое прошло обязательную калибровку и может быть использовано на производстве; при этом должна быть указана дата, когда срок калибровки истекает), красный цвет используется для визуализации оборудования, не пригодного для использования. Важно отметить, что на производстве могут использоваться только инструменты с синей или зеленой наклейкой. Средства измерения, обозначенные красной наклейкой, должны быть заблокированы и изъяты из производственного процесса.

В целях разработки системы, которая позволит обеспечить точность измерений, вне зависимости от того, производятся ли измерения одним и тем же человеком, одним и тем же инструментом, в одно и то же время или с разными промежутками внедряется система анализа Gage R and R [129]. Gage R and R – это оценка измерительной системы, анализ сходимости и

воспроизводимости результатов измерений. Анализ Gage R and R является одним из инструментов методологии «Шесть сигм». Более детальное изучение метода и самой методологии можно найти в работах Konstantyn Dmagic [144]. Наиболее удобным средством производства данного анализа является программное обеспечение Minitab. Представление результатов возможно как в числовом виде, так и с помощью графиков. Пример графического изображения представлен на рисунке 14.

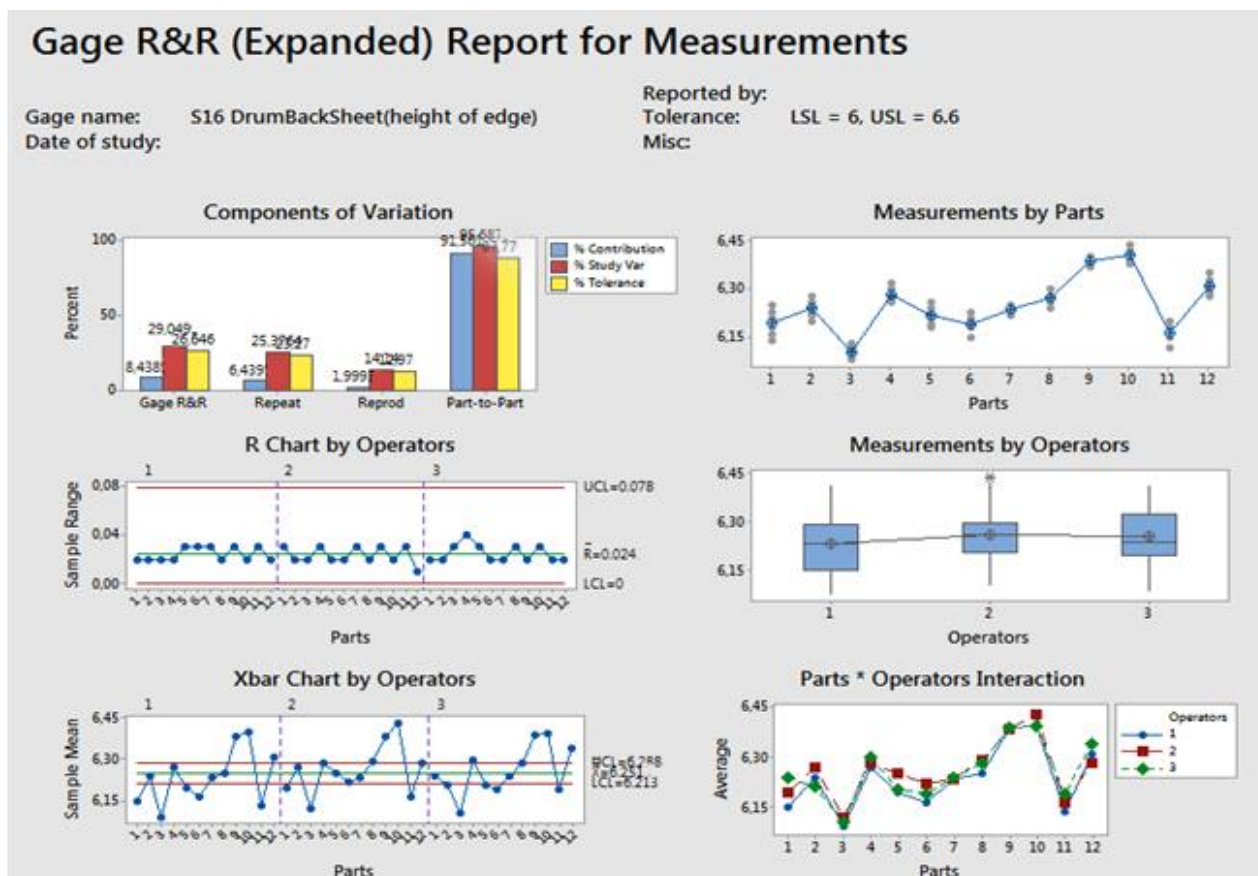


Рисунок 14 – Отчет по анализу измерительной системы, выполненный в программе Minitab

Показатель Gage R and R говорит о том, какое отклонение происходит в данной измерительной системе, при этом учитывается, что измерения делаются разными операторами, которые используют один и тот же инструмент. Диаграмма Components of variation (Составные вариабельности) отражает все источники вариабельности. Первые три столбца (Gage R and R (анализ измерительной системы), Repeatability (повторяемость), Reproducibility (воспроизводимость) говорят об общем результате

проведенного анализа. При помощи показателя Repeatability (воспроизводимость) отслеживается постоянство результатов измерений, когда одна и та же деталь измеряется несколько раз одним и тем же оператором. Показатель Reproducibility (повторяемость) дает информацию о том, отличаются ли измерения одной и той же детали, сделанные разными операторами. В случае отклонений следует проанализировать, что конкретно влияет на результат, возможно, необходимо провести тренинг, где будет определен единый стандарт по проведению измерений. Part-to-part (одна деталь по отношению к другой) анализ говорит нам о том, насколько детали отличаются по геометрии друг от друга. Основным показателем, который является индикатором процесса % Study variation (% оценки отклонения) в разделе Gage R and R. Если отклонение измерительной системы отличается на 10% от отклонений в процессе, то измерительная система считается достоверной. В таблице 23 представлена трактовка результата анализа по показателю % Study variation (% оценки отклонения).

Таблица 23 – Трактовка результатов оценки измерительной системы

Процент оценки отклонения в процессе	Критерии
Меньше, чем 10%	Система измерений считается достоверной
Между 10% и 30%	Оценка системы может считаться приемлемой. Целесообразность корректировки оценивается исходя из сложности инструмента, стоимости прибора или его ремонта, а так же могут браться во внимание др. факторы
Больше, чем 30%	Система измерений не действительна и требует доработок

Следуя из графика, можно сделать вывод, что на процесс измерения в меньшей степени влияют операторы. Методика измерения у операторов приближена к единому стандарту. При измерении одной и той же детали одним оператором показатель Study var равен 25%, что находится в поле допуска (<30), однако требует более детального анализа причин разницы в результатах. При сравнении разных деталей (part-to-part), выявляется разница в геометрии, Study var равен 95%. В данном случае результат не указывает на плохое качество деталей. Разница в геометрии способствует чистоте

эксперимента, с учетом того, что детали находятся в допуске по чертежу. На диаграмме R Chart by operators (размах по операторам) нанесены точки, соответствующие разнице между наибольшими и наименьшими значениями результатов измерений отдельной детали. Если в каждом измерении полученные значения одной детали одинаковы, размах равен 0. Результаты разделены по оператору и позволяют сравнивать согласованность каждого оператора. На график также нанесены контрольные пределы: если точка расположена выше контрольного предела, это означает, что у оператора возникли трудности при измерении данной детали. Если трудности при измерении одной и той же детали возникли у разных операторов, то, вероятно, данная деталь не подходит для анализа (изношена, меняет свойства и т.д.) и требует замены.

Диаграмма Xbar chart by operator (карта средних значений измерений по операторам) определяет, является ли измерительная система достоверной. Диаграмма сравнивает вариацию всех измеренных деталей с вариацией показаний измерительного оборудования. На этом графике должно быть как можно больше выбросов за линии верхнего и нижнего контрольных пределов – это свидетельствует о том, что вариация образцов больше вариации показаний измерительного прибора. Таким образом, чем больше выбросов за верхнюю и нижнюю границу допуска, тем достовернее измерительная система. На диаграмме Measurement by part (значений измерений по деталям) показаны все измерения каждой отдельной детали всеми операторами. Измерения изображены в виде незакрашенных кругов. Линией соединены средние значения наблюдений. В идеальном состоянии, между неоднократными измерениями каждой детали вариации минимальны (закрашенные круги каждой детали расположены близко друг к другу). Средние значения должны отличаться в степени, достаточной для того, чтобы разница между деталями была очевидной. Диаграмма Measurement by Operator (значений измерений по операторам) позволяет сравнить разброс результатов, собранных разными операторами. Линией на графике отмечены средние

значения всех измерений, проведенных каждым оператором. Этот график позволяет оценить, насколько вариация измерений зависит от каждого оператора. Если линия, соединяющая ящики, параллельна горизонтальной оси, операторы в среднем фиксируют схожие результаты измерений. И наконец, график Parts Operators interaction (средних значений измерений по операторам) показывает средние значения всех наблюдений каждой детали, произведенных операторами. В идеальном варианте линии совпадают, а средние значения измерений будут отличаться достаточно, чтобы разница между деталями была очевидной. Если линии практически идентичны, операторы измеряют детали аналогичным образом. Если одна линия постоянно расположена выше или ниже другой, значения, фиксируемые одним из операторов, постоянно завышены или, соответственно, занижены.

Рекомендуется производить анализ Gage R and R на каждой производственной машине не реже одного раза в год, в случае неудовлетворительных результатов (больше 30%), предпринимаются меры по корректировке метода измерений, после чего анализ следует повторить. Для получения более точного результата анализа, рекомендуется производить измерения минимум тремя операторами, которые должны замерить не меньше десяти деталей по два раза каждую. Чем больше измерений и операторов задействовано в анализе, тем достовернее результат. Для расчета вариаций образцов и дальнейшего анализа погрешности измерений используется метод дисперсионного анализа.

В качестве контроля работы системы метрологического обеспечения разрабатывается система аудитов. Во время аудитов собираются данные из чек листов со значениями, полученными во время ежедневных проверок.

Пример документа по организации аудитов на предмет анализа «Gage R and R» с фиксацией результатов проверки представлен на рисунке 15.

ООО Восход		План аудита Gage R and R производственного оборудования																																
Последнее обновление: 12.12.2018		П Запланирован					О Отменен																											
Результат: 0>		<10>					>30																											
		P Реализован																																
Процесс	Название детали	Характеристика	СИ	Результат	Январь					Февраль					Март					Апрель					Май									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22								
Штамповка	корпус	ширина	штангенциркуль	>30%																														
	корпус	длина	штангенциркуль	23,33%			P																											
	корпус	отверстия для кабель канала	цифровой штангенциркуль	27,69%								P																						
План создал: Инженер по качеству: Степанов Н. Дата подписи					Согласовано: Начальник участка Круглов И. Дата подписи										Согласовано: Директор по качеству: Смирнов А. Дата подписи																			

Рисунок 15 – Документа по подготовке и результатам аудита на производственном предприятии

Трактовка результатов аудита производится согласно таблице 4. В случае неудовлетворительных результатов в ходе аудита (>30%), проводится анализ корневых причин, после чего должен быть запланирован повторный аудит, который подтвердит, что меры были эффективными.

Внедрения описанной процедуры в качестве стандарта предприятия (Приложение Б), специализирующегося на производстве бытовой техники, позволило улучшить показатели по выполнению плана по своевременной калибровке (количество откалиброванных СИ на общее количество приборов в процентном соотношении) на 15 %. На 10% снизились показатели по браку на внутреннем производстве комплектующих. Полностью было исключена возможность попадания продукции с неправильной геометрией с заготовительного производства на линию.

Таким образом, представленная процедура организации системы менеджмента измерений, включающая в себя организацию отслеживания статуса измерительного оборудования, введение в использование «Gage R and R» анализа позволило повысить результативность производственных процессов за счет снижения показателей по браку. Актуальность данных поддерживается системой регулярных аудитов, что позволяет поддерживать стабильное состояние процесса и показателей.

3.3. Разработка процедуры мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции

Производство качественной продукции возможно только при соблюдении предъявляемых требований на всех стадиях жизненного цикла. Мониторинг – это неотъемлемая часть управления организацией, обеспечивающий длительное и систематическое наблюдение за состоянием процесса менеджмента качества и подразумевает оценку полноты, правильности и своевременности выполнения плана мероприятий. В основе мониторинга лежат стратегия, цели и задачи предприятия. Объектом мониторинга является «разрыв» между текущим состоянием процесса и стратегическим планом развития организации. в связи с этим, мониторинга стратегического состояния процесса следует производить на ежеквартальной или ежемесячной основе. Так же с помощью системы индикаторов отслеживаются изменений параметров (мониторинге ситуации). Мониторинг ситуации следует производить на непрерывной основе.

Алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества включает в себя следующие функциональные блоки: подготовка исследования, сбор и регистрацию результатов, измерение, формирование базы данных и метода хранения данных, оценка данных, определение причин отклонений показателей за рамки установленных значений, формирование заключения по результатам мониторинга. Результаты мониторинга системы менеджмента качества представляются менеджменту для принятия необходимых управленческих решений. При наступлении установленных временных сроков цикл повторяется.

Схематически алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества представлен на рисунке 16.

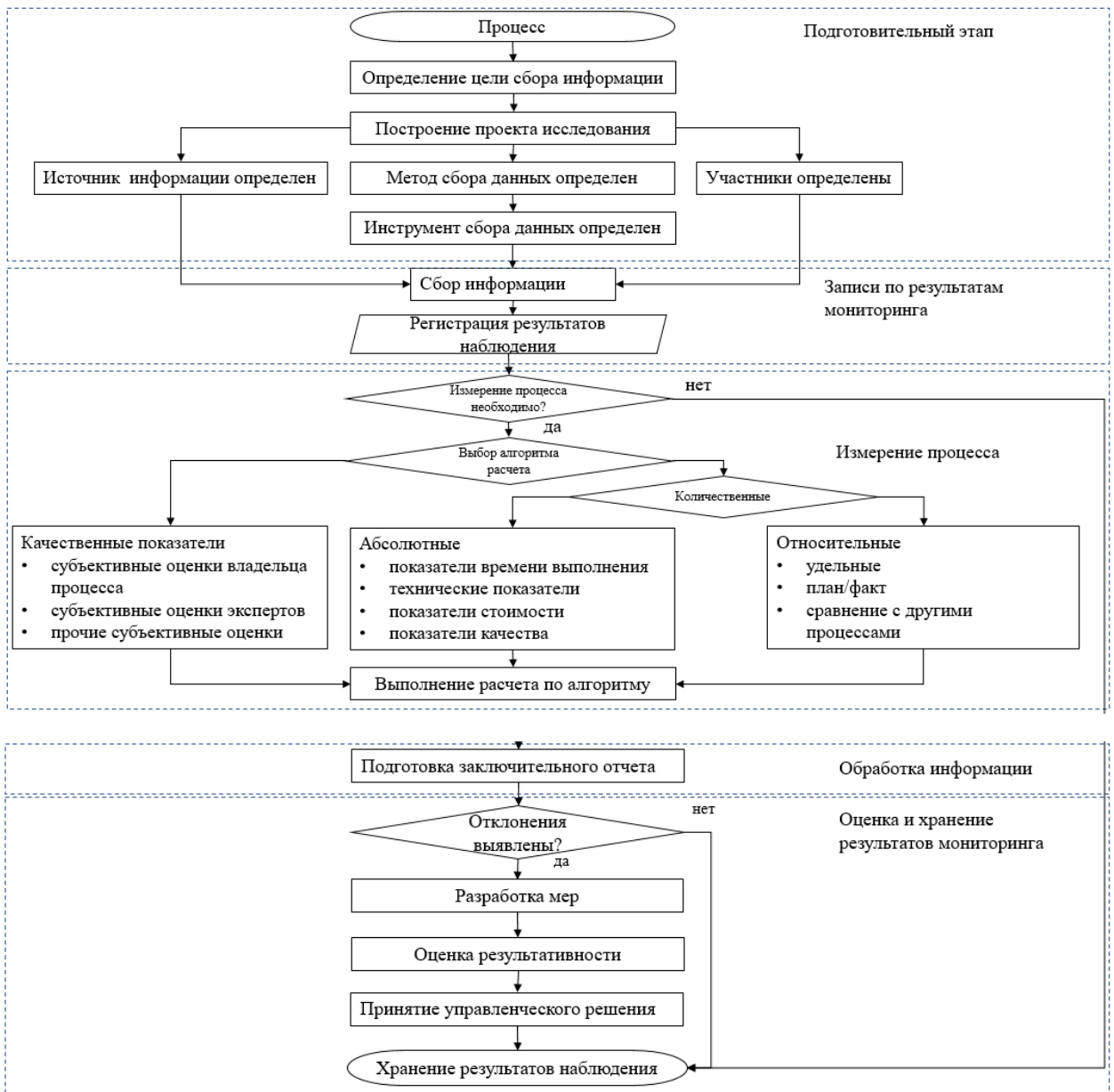


Рисунок 16 – Алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества

Выбор метода и инструмента мониторинга для каждого этапа жизненного цикла продукции определяется на основе его ключевых этапов и задач. В таблице 24 представлена разработанная концепция мониторинга продукции в зависимости от этапа жизненного цикла и его задачи.

Таблица 24 – Методы мониторинга качества продукции на этапах
жизненного цикла

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния	Методы решения	рекомендованные инструменты мониторинга
Планирование	определение целей и плана внедрения	на основе сформулированных целей и стратегии определение ключевых показателей	методы экспертных оценок, методы стратегического анализа	аналитический метод, сценарный метод, SWOT анализ, бенчмаркинг, метод "комиссий «система сбалансированных показателей (ССП) ,PEEST анализ
	разработка требований к продукции	анализ потребительских свойств в отношении качества и цены продукции, анализ динамики рынка, маркетинговые исследования, прогнозирование цены, объема выпуска, потенциальной доли рынка	методы экспертных оценок, математико- статистические методы, методы стратегического анализа, экономико- математические методы, методы статистического контроля, методы оценки рисков	Опрос, интервью, анализ документов, методы коллективных экспертных оценок, аналитический метод, метод "мозгового штурма", аналитический метод, бенчмаркинг, корреляционный анализ, регрессионный анализ, кластерный анализ, планирование эксперимента, SWOT-анализ, PEEST анализ, анализ способности продукции, дом качества, метод модель Кано, стрелочная диаграмма, матричная диаграмма, сетевой граф, скрининговые модели, инженерный анализ/стоимостной анализ, циклограмма качеств, секторные диаграммы, стратификация, горизонтальная гистограмма, функция желательности, контрольная карта, FMEA
	планирование оборудования (обеспечение бесперебойной и отлаженной системы функционирования производственного оборудования)	корректировка параметров, анализ внешних и внутренних факторов влияния на работу оборудования, прогноз значений показателей после корректировок параметров, прогноз рисков неисполнения	методы ситуационного анализа и прогнозирования, математико- статистические методы, методы оценки рисков, методы статистического контроля, методы	анализ чувствительности, имитационное моделирование, метод экстраполяции, дисперсионный анализ, корреляционный анализ, регрессионный анализ, планирование эксперимента, FMEA, HACCP, HAZOP, анализ надежности оператора, контрольные карты,

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния	Методы решения	рекомендованные инструменты мониторинга
		ключевых показателей, контроль статистических данных	стратегического анализа	циклограмма качества, анализ Парето, дом качества
	планирование поставок материала	выбор поставщика, оценка способности поставщика поставлять качественную продукцию/услуги и систематически совершенствовать качество, своевременное обеспечение поставок	методы стратегического анализа, метод экспертных оценок, методы оценки рисков, методы статистического контроля, методы теории принятия решения, экономико - математические методы, методы причинно-следственных связей	система сбалансированных показателей (ССП), метод рейтинговых оценок, SWOT-анализ, PEEST анализ, дорожная карта, аудит, FMEA, контрольные карты, циклограмма качества, анализ Парето, функция желательности, горизонтальная гистограмма, стратификация (расслоение), секторные диаграммы, дерево решений, матрица решений, инженерный анализ/стоимостной анализ, диаграмма причинно - следственной связи (Исикава - диаграмма), стратегическая карта, диаграмма связей, древовидная диаграмма
	разработка и подготовка производственных процессов	разработка технологических процессов, отладка точности и стабильности технологических процессов	методы оценки рисков, методы статистического контроля, методы причинно-следственных связей	FMEA, анализ надежности оператора, контрольные карты, циклограмма качества, анализ Парето, диаграмма связей, диаграмма причинно - следственной связи (Исикава - диаграмма)
	планирование концепта хранения продукции	сохранение свойств материала, соблюдением требований по подготовке груза и его дальнейшей транспортировке и хранению	математико-статистические методы, методы оценки рисков, методы статистического контроля	корреляционный анализ (по диаграмме разброса), дисперсионный анализ, анализ влияния на деятельность, FMEA, контрольные карты, анализ Парето, стратификация (расслоение)

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния	Методы решения	рекомендованные инструменты мониторинга
Разработка	разработка спецификаций	проектирование и разработка технических требований, определение технических требований в области надежности, оценка технического уровня продукции, обеспечение безопасности продукции	Методы ситуационного анализа и прогнозирования, математико-статистические методы, методы оценки рисков	анализ чувствительности, имитационное моделирование, метод экстраполяции, корреляционный анализ, регрессионный анализ, кластерный анализ, планирование эксперимента, дисперсионный анализ, матрица последствий и вероятности, FMEA
	производство и тестирование прототипов согласно спецификации	испытание опытных образцов или опытных партий новой продукции	методы статистического контроля	контрольные карты, анализ Парето, циклограмма качества, стратификация (расслоение)
	релиз компонентов и готового продукта	нормирование требований к качеству продукции и релиз документации, оптимизация значений показателей продукции, одобрение на серийное производство	математико-статистические методы, методы причинно-следственных связей, методы теории принятия решения	корреляционный анализ, кластерный анализ, дисперсионный анализ, диаграмма связей, диаграмма причинно - следственной связи (Исикава -диаграмма), древовидная диаграмма, дерево решений, матрица решений,
	производство продукции	обеспечение стабильности, поддерживание в надлежащем состоянии инструмента и оснастки	методы статистического контроля	контрольные карты, анализ Парето, циклограмма качества, стратификация (расслоение)

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния	Методы решения	рекомендованные инструменты мониторинга
	тестирование продукции	контроль, проведение испытаний и обследований, анализ качества продукции, выявление и устранение продукции, качество которой не соответствует установленным требованиям	методы статистического контроля, методы причинно-следственных связей, методы теории принятия решения, методы оценки рисков	контрольные карты, анализ Парето, циклограмма качества, стратификация (расслоение), диаграмма причинно - следственной связи (Исикава - диаграмма), дерево решений, матрица решений, FMEA
	упаковка и хранение продукции	анализ и соблюдение требований к упаковке и хранению продукции на предприятии	методы статистического контроля, методы причинно-следственных связей, методы теории принятия решения, методы оценки рисков	контрольные карты, анализ Парето, циклограмма качества, стратификация (расслоение), диаграмма причинно - следственной связи (Исикава - диаграмма), дерево решений, матрица решений, FMEA
Эксплуатация	реализация и распределение продукции	обеспечение качества логистических операций	методы статистического контроля, математико-статистические методы	контрольная карта, анализ Парето, корреляционный анализ, кластерный анализ
	сопровождение и поддержка потребителя	организация своевременной поставки запасных частей, организация гарантийного ремонта.	методы статистического контроля, математико-статистические методы, экономико-математические подходы	контрольная карта, анализ Парето, корреляционный анализ, кластерный анализ, инженерный анализ/стоимостной анализ
	анализ ремонтов и недостатков продукции	анализ отказов и других несоответствий продукции, анализ затрат потребителей при использовании продукции	методы статистического контроля, математико-статистические методы, методы причинно-	анализ Парето, циклограмма качества, стратификация (расслоение), горизонтальная гистограмма, функция желательности, корреляционный анализ, кластерный анализ, диаграмма причинно - следственной связи

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния	Методы решения	рекомендованные инструменты мониторинга
			следственных связей	(Исикава -диаграмма), древовидная диаграмма, Диаграмма связей
	утилизация после использования	изучение возможностей использования продукции по истечении срока службы	математико-статистические методы, методы оценки рисков, методы стратегического анализа	скрининговые модели, инженерный анализ/стоимостной анализ, FMEA, анализ влияния на деятельность, матрица последствий и вероятности, анализ сценариев, SWOT анализ, PEST-анализ

Фрагмент мониторинга процесса определения целей и стратегии проекта запуска новой продукции на этапе планирования для предприятия, специализирующегося на производстве бытовой техники, согласно разработанному авторами статьи алгоритму представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Мониторинг процесса определения целей и стратегии проекта запуска новой продукции

Этап жц	Задача этапа	Мониторинг состояния (цель сбора информации)	источник информации	Участники	Метод сбора данных	Инструмент сбора данных	источник сбора данных	алгоритм расчета	результаты наблюдения:	оценка результативности	принятие управленческого решения
Планирование	определение целей и стратегий	на основе сформулированных целей и стратегии определение ключевых показателей	менеджмент сферы продукта, бренд менеджмент, менеджмент продаж	Управление сферой продукта, продажи и маркетинг, маркетинг продукта, продукт-менеджмент, менеджер по развитию продукта, развитие, дизайн марки, бренд коммуникации	методы экспертных оценок	система сбалансированных показателей (ССП)	производственный отдел, отдел качества	финансы(сокращение издержек):затраты на брак (Scrap) клиенты: отслеживание качества продукции на рынке: количество сервисных обращений в первый год гарантии (TCR) внутренние бизнес-процессы(оптимизация операционных процессов):Взвешенный уровень ошибок (WFR) обучение и развитие (повышение эффективности работников):количество тренинг часов на сотрудника	1)брак план:<0,5 евро/прибор факт:0,4 евро/прибор 2)количество сервисных обращений в первый год гарантии (TCR): план:30000ppm факт:21000ppm 3)Взвешенный уровень ошибок (WFR)план:0,4% факт:0,35% 4)количество тренинг часов на сотрудника план:30ч/год факт:31ч/год	1)цель достигнута 2)цель достигнута 3)цель достигнута 4)цель достигнута	меры не требуются

Этап сбора информации играет определяющую роль при постановке цели мониторинга. Поскольку существует необходимость не только в анализе документов, но и оценки других источников информации, необходимо

структурировать проект исследования, с определением источников, участников исследования, методов и инструментов мониторинга процесса. В ходе оценки результативности индикаторов процесса мониторинга необходимо предоставить алгоритмы расчета. Если значение показателей соответствуют плану начинается следующий этап процесса мониторинга – анализ факторов, вызвавших отклонение. Целью заключительного этапа мониторинга является предоставление результатов мониторинга руководству для принятия дальнейших решений, детальной проработки альтернативных сценариев будущего развития предприятия, а так же разработка рекомендаций по улучшению того или иного процесса.

В результате применения описанной в диссертационном исследовании процедуры мониторинга качества продукции на этапах жизненного цикла на предприятии, специализирующемся на производстве бытовой техники, были выявлены отклонения на этапах планирования продукции и реализации. В ходе испытания опытных партий новой продукции при помощи методов статистического контроля, выявлено, что продукция не отвечает требованиям потребителя. В связи с этим принято решение улучшить конструкцию прибора согласно результатам анализа потребительских свойств продукции. При помощи методов статистического контроля и методов причинно-следственных связей выявлены и устранены причины дефектов продукции, качество которой не соответствует установленным требованиям. В связи с этим произошло улучшение показателей, отвечающих за качество продукта на 8%. При помощи методов оценки рисков и методов статистического контроля на этапе планирования были выявлены факторы, связанные с незапланированными остановками линии из-за разгрузки и хранения грузов сверх срока. Предпринятые меры позволили сократить финансовые издержки логистического характера на 5% до запуска производства. Внедрение процедуры мониторинга продукции на предприятии, специализирующемся на производстве бытовой техники дало практические результаты за период с

августа 2018 по январь 2019 в виде роста показателей повышения результативности СМК с достаточного уровня (0,7) до высокого (0,9).

Таким образом, применение процедуры мониторинга качества продукции на этапах жизненного цикла позволит отслеживать состояние, динамику развития и эффективность процессов, связанных с системой менеджмента качества, начиная с планирования процессов, заканчивая эксплуатацией продукции.

3.3 Выводы к разделу 3

1. Предложена методика внедрения системы менеджмента качества на производстве бытовой техники на базе организации проекта, включающая разработку организационной структуры, разделение деятельности на соответствующие фазы, интеграцию этапов внедрения в календарь планирования, с возможностью отслеживания выполнения действий согласно намеченному плану.

2. В контексте обеспечения качества продукции и повышения результативности производственных процессов за счет внедрения и применения системы менеджмента измерений, разработана процедура, включающая в себя этапы организации учета, калибровки, поверки средств измерительной техники, организацию системы аудитов измерительного оборудования, а также предложен способ повышения точности измерений путем внедрения в производственный процесс «Gage R and R» анализа.

3. Предложена процедура мониторинга качества продукции на этапах жизненного цикла для производственных предприятий, содержащая разработанный алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества. С целью повышения результативности процессов разработан инструментальный ящик для мониторинга состояния производственных процессов исходя из цели и задачи того или иного этапа жизненного цикла продукции, направленный на выявление и снижение числа несоответствующей продукции.

4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

4.1 Методика оценки рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции

В случае возникновения некачественной продукции в процессе производства разработана следующая методика:

1. Описание проблемы

Для понимания ситуации предложена минимальная номенклатура сведений, необходимых: номер и название материала, описание дефекта, фото дефекта, наименование поставщика, описание процесса, в котором используется материал, предполагаемое количество некондиционного материала, количество обнаруженных во время контроля дефектных компонентов.

2. Анализ проблемы

Для обоснования причин возникновения того или иного несоответствия по качеству необходимо разработать систему анализа возможных причин возникновения дефектов. Для этого можно воспользоваться методом системного анализа [152]. Разработана система анализ возможных причин возникновения дефектов в ходе производства на базе системного анализа, представленная на рисунке 17.

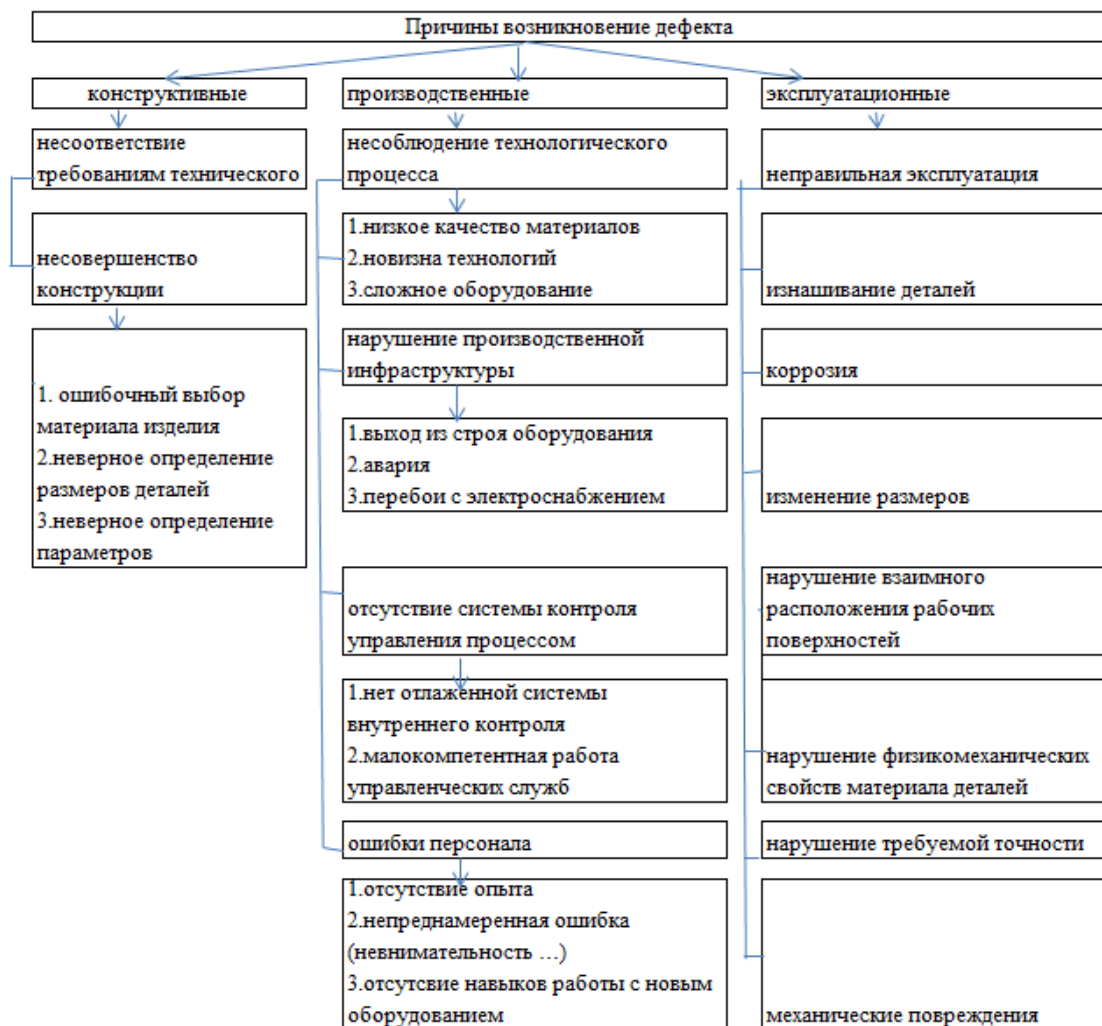


Рисунок 17 – Системный анализ причин возникновения дефектов

На этом этапе определяются масштаб и характер дефекта, степень серьезности проблемы и возможный эффект на покупателя. Для обеспечения достоверности статистических данных необходимо определить минимальный объем выборки [141]. Данные, полученные в ходе анализа проблемы, служат основой для оценки рисков и разработки мероприятий воздействия на риски.

Анализ идентифицированных рисков производится экспертной комиссией по двум показателям: оценка показателей вероятности возникновения риска (ОВ) (табл. 26) и оценка тяжести последствий (ОТ) (табл. 27).

Таблица 26 – Шкала для оценки вероятности появления риска у потребителя

Вероятность наступления риска	Критерий возникновения	Балл
Очень высокая	возникновение риска неизбежно	1
	очень высокая вероятность проявления риска, постоянное наличие опасности	2
Высокая	высокая вероятность возникновения	3
	частое проявление дефекта у потребителя при обнаружении риска данного типа	4
Умеренная	данный риск имеет равные шансы проявления и не проявления	5
	вероятность того, что событие будет иногда возникать на протяжении жизненного цикла объекта.	6
Низкая	редкое проявление дефектов у потребителя при обнаружении рисков данного типа	7
	вероятность проявления риска сведена к минимуму предусмотренными мероприятиями	8
Очень низкая	вероятность возникновения маловероятна, но возможна.	9
	риски данного типа не проявлялись	10

Таблица 27 – Шкала оценки тяжести последствий возникновения риска у потребителя

Тяжесть последствий риска	Критерий возникновения	Балл
Очень высокая	опасно без предупреждения. негативно влияет на безопасность конечного продукта. Угроза жизни и здоровью потребителя.	1
	опасно с предупреждением. негативно влияет на безопасность конечного продукта. Угроза жизни и здоровью потребителя.	2

Высокая	негативно влияет на функциональность конечного продукта. Прибор неработоспособен. Потребитель очень недоволен.	3
	прибор работоспособен, но с пониженной эффективностью. Потребитель не удовлетворён.	4
Умеренная	Прибор работоспособен, но некоторые системы комфорта и удобства не работают. Потребитель испытывает дискомфорт.	5
	Прибор работоспособен, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью. Потребитель испытывает некоторое неудовольствие.	6
Низкая	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект замечает большинство потребителей (более 75%)	7
	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект замечает большинство потребителей (более 50%)	8
Очень низкая	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект замечает большинство потребителей (менее 25%)	9
	никакого заметного последствия	10

3. Оценка риска

Для обеспечения достоверности статистических выводов и интерпретация результатов необходимо определить минимальный объём выборки, обеспечивающий необходимую точность результатов исследования [145]. При обнаружении несоответствия по качеству на производстве необходимо определить, какой уровень дефектов содержит партия полученного или произведенного материала, готового продукта.

Ожидаемое увеличение количества ремонтов приборов, имеющих отклонения по качеству, в гарантийный период рассчитывается по следующей формуле:

$$\frac{N_{af} \cdot (w - \Delta w)}{N_y} * 10^6 \leq TCR \leq \frac{N_{af} \cdot (w + \Delta w)}{N_y} * 10^6, \quad (17)$$

где TCR (technical call rate) – количество обращений в сервисную службу на рынке, N_y – генеральная совокупность приборов, произведенных за год, N_{af} – совокупность приборов, произведенных в аффецированный период, w - доля единиц, обладающих обследуемым качеством (признаком), Δw - предельная ошибка доли w для проверенного количества деталей или приборов.

Расчет процента увеличения обращений на рынке за год производится по формуле:

$$\frac{TCR_{yi} = \frac{N_{af} * (w - \Delta w)}{N_y} * 10^6 \leq TCR \leq \frac{N_{af} * (w + \Delta w)}{N_y} * 10^6}{TCR_c}, \quad (18)$$

где TCR_c - текущий уровень обращений на рынке.

Для расчета экономических рисков организации используется следующая формула:

$$\mu R(w - \Delta w) \leq G_{yi} \leq (w + \Delta w) \mu R, \quad (19)$$

где G_{yi} – это гарантийные затраты, μR – средняя стоимость гарантийного ремонта w - доля единиц, обладающих обследуемым качеством (признаком), Δw - предельная ошибка доли w для проверенного количества деталей или приборов.

Для балльной оценки показателей величин гарантийных затрат и количества обращений в сервисную службу в гарантийный период предложены специальные шкалы (табл. 28-29)

Таблица 28 – Шкала оценки величины гарантийных затрат

Критерий возникновения, % от годового показателя гарантийных затрат	Описание	Балл
$G_y < 0,01 \%$	Очень низкий уровень	5
$0,01 \% \leq G_y < 0,1 \%$	Несущественный уровень	60
$0,1 \% \leq G_y < 1 \%$	Низкий уровень	115
$1 \% \leq G_y < 3 \%$	Уровень ниже среднего	170

$3 \% \leq G_y < 5 \%$	Средний уровень	225
$5 \% \leq G_y < 7 \%$	Умеренный уровень	280
$7 \% \leq G_y < 10 \%$	Уровень выше среднего	335
$10 \% \leq G_y < 20 \%$	Значительный уровень	390
$20 \% \leq G_y < 50 \%$	Высокий уровень	445
$G_y \geq 50\%$	Очень высокий уровень	500

В случае если интервал находится на периферии, предпочтение отдается более высокому показателю интервала.

Таблица 29 – Шкала оценки уровня обращений в сервисную службу в гарантийный период

Критерий возникновения, % от текущего уровня обращений в сервисную службу в гарантийный период	Описание	Балл
$TCR_y < 0,01 \%$	Очень низкий уровень	5
$0,01 \% \leq TCR_y < 0,1 \%$	Несущественный уровень	60
$0,1 \% \leq TCR_y < 1 \%$	Низкий уровень	115
$1 \% \leq TCR_y < 3 \%$	Уровень ниже среднего	170
$3 \% \leq TCR_y < 5 \%$	Средний уровень	225
$5 \% \leq TCR_y < 7 \%$	Умеренный уровень	280
$7 \% \leq TCR_y < 10 \%$	Уровень выше среднего	335
$10 \% \leq TCR_y < 20 \%$	Значительный уровень	390
$20 \% \leq TCR_y < 50 \%$	Высокий уровень	445
$TCR_y \geq 50\%$	Очень высокий уровень	500

Модель оценки взвешенного показателя общего риска имеет вид:

$$\begin{bmatrix} R_{W1} = O_{B1} * O_{T1} \\ R_{W2} = O_{B2} * O_{T2} \\ R_{W3} = O_{B3} * O_{T3} \\ R_{W4} = O_{B4} * O_{T4} \\ R_{W5} = O_{B5} * O_{T5} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^5 R_{wi} \quad (20)$$

где R_{wi} – уровень показателя риска, O_e – оценка вероятности появления риска каждым из экспертов соответственно, O_m - оценка показателя тяжести последствий возникновения риска, $R_{w1,2,3,4,5}$ – оценки экспертов.

Модель оценки общего уровня риска имеет вид:

$$Rg = q_1 * R_{wi} + q_2 * G_{yi} + q_3 * TCR_{yi} \quad (21)$$

где Rg – общая оценка риска, R_{wi} – уровень показателя риска, TCR_i – значение количества обращений на рынке, G_i - значение величины гарантийных затрат, q_i – весовые коэффициенты.

Таким образом, при общей оценке риска того или иного несоответствия участвуют переменные: уровень критичности риска R_{wi} (складывается из оценки вероятности и тяжести последствий), затраты на гарантийные случаи G_i и количество обращений на рынке TCR .

При оценке весовых коэффициентов показателей и определения рангов использованы результаты опроса экспертной группы, для расчета весовых коэффициентов критериев оценки технического уровня составлена матрица рангов (таблица 30).

Таблица 30 – Матрица рангов

Факторы / Эксперты	1	2	3	4	5	Сумма рангов	D	d ²
TCR (количество обращений)	1	1	1	1	2	6	-4	16
G _i (затраты на гарантию)	2	3	2	2	1	10	0	0
Rg – оценка критичности риска	3	2	3	3	3	14	4	16
Σ	6	6	6	6	6	30		32

Разность между рангами экспертов определяется формулой:

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{:j}}{n} = \sum x_{ij} - 10 \quad (22)$$

Оценку средней степени согласованности мнений всех экспертов произведем при помощи коэффициента конкордации Кендалла W , который позволяет определить наличие не случайной согласованности в оценках экспертов и определяется по формуле [96]:

$$W = \frac{12S_W}{m^2(n^3 - n)} \quad (23)$$

где

$$S_W = \sum_{i=1}^n (a_i - a)^2$$

Проверка нулевой гипотезы о том, что оценки экспертов не согласуются, друг с другом ($W=0$) при альтернативной гипотезе ($W \neq 0$), что оценки экспертов согласуются, проводится с помощью критерия согласия χ^2 Пирсона. Эмпирическое значение критерия согласия χ^2 Пирсона определяется по формуле:

$$\chi^2 = m \cdot W \cdot (n-1) \quad (24)$$

Значение сравнивается с его критическим (табличным) значением для числа степеней свободы $n-1$, а именно $n-1=3-1=2$ при соответствующем уровне значимости. В том случае, когда рассчитанное значение критерия согласия χ^2 Пирсона меньше табличного значения для соответствующего уровня значимости и числа степеней свободы, нулевая гипотеза о несогласованности оценок экспертов, проводивших ранжирование показателей качества, не отклоняется. В результате расчётов по формулам (22) и (24), получены значения коэффициента конкордации $W = 0,64$ и критерия согласия χ^2 Пирсона $\chi^2 = 6,4$. Согласно таблицам 2 и 3 из [54] значение коэффициента конкордации $W = 0,64$ говорит о наличии средней степени согласованности мнений экспертов.

Вычисленный критерий согласования Пирсона χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы $K = n-1 = 3-1 = 2$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$. Так как χ^2 расчетный $6.4 \geq$ табличного (5.99146), то значения могут использоваться в дальнейших исследованиях. Для вычисления весовых коэффициентов значения суммы рангов приводятся в соответствие весовым коэффициентам. Для этого по каждому параметру вычислим величины, обратные сумме рангов. Результаты расчётов представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Матрица величин обратных сумме рангов оценки общего риска

Характеристика критериев	Отношение суммы рангов
Rg – оценка критичности риска	$x_3 = 1/14 = 0,071$
Gi (затраты на гарантию)	$x_2 = 1/10 = 0,1$
TCR (количество обращений)	$x_1 = 1/6 = 0,166$

Итоговые значения весовых коэффициентов представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Матрица итоговых весовых коэффициентов оценки общего риска

Характеристика критериев	Значение рангов	Весовые коэффициенты
Rg – оценка критичности риска	0,071	0,5
Gi (затраты на гарантию)	0,1	0,3
TCR (количество обращений)	0,166	0,2

Из таблицы 32 следует, что наибольшее значение для экспертов представляет показатель оценки критичности риска.

4. Заключение экспертной комиссии

По результатам оценки рисков разрабатываются мероприятия по воздействию на них: уклонение от риска (применяется, если минимизация риска нерентабельна, либо такое воздействие не приведет к снижению риска до приемлемого уровня, а также, когда риск невозможно или неэффективно передать третьей стороне), снижение риска (воздействие на риск путем снижения вероятности реализации риска и (или) снижения

негативных последствий), перераспределение риска (передача (частичная передача) риска другой стороне) и принятие риска (предприятие допускает возможное наступление неблагоприятных последствий риска с определением конкретных источников покрытия ущерба от таких последствий).


Для определения необходимости разработки мер по снижению риска и способа реагирования на риск сформированы интервалы значений, представленные в таблице 33.

Таблица 33 – Интерпретация результатов расчета общей оценки риска

Интервал оценки общего уровня риска	Интерпретация
$R_g < 100$	Очень низкий уровень риска. Принятие риска. Возможна разработка предупреждающих мер.
$100 \leq R_g < 200$	Низкий уровень риска. Принятие риска. Разработка мер по управлению рисками не требуется. Требуется мониторинг процесса. Возможна разработка предупреждающих мер.
$200 \leq R_g < 300$	Средний (приемлемый) уровень риска. Принятие риска. Разработка предупреждающих действий.
$300 \leq R_g < 400$	Высокий уровень риска. Принятие риска или перераспределение риска. Требуется разработка корректирующих и предупреждающих действий, с определением конкретных источников покрытия ущерба от последствий.
$R_g \geq 400$	Очень высокий (критический) уровень риска. Уклонение от риска. Остановка производства. Требуется разработка корректирующих и предупреждающих действий и определение конкретных источников покрытия ущерба от последствий.

В процессе апробации методики заблокирована партия материала в размере 1000 единиц (общее количество запланированного производства 600000 единиц). В ходе выборочной проверки 20 единиц, было выявлено 6 единиц бракованных изделий. Результаты практической апробации методики оценки общего риска сведены в таблицу 34.

Таблица 34 – Результаты апробации методики оценки общего риска

1) Описание проблемы		2) Анализ			3) Оценка рисков		4) Заключение				
Номер и название материала	9001 фронтальная панель	Нормативная документация	Спецификация	Объем выборки	152 шт	Решение:	Очень низкий уровень риска. Принятие риска. Возможна разработка предупреждающих мер				
Описание дефекта	визуальный дефект	Причина дефекта	Выход из строя оборудования	Уровень брака	5,7%-20,7%	Корректирующие/предупреждающие меры	Краткосрочны меры:				
Фото 		Экспертная оценка ОВ и ОТ			Уровень критичности риска (вес:0,5)		5,5	Должность	Ф И О	Подпись	Дата
		Эксперты	ОВ	ОТ	Текущий уровень TCR,ppm		25000				
		Э1	1	1	Текущий уровень затрат, евро		2000000	Предупреждающие меры: внесения проверки штампа в план тех обслуживания			
		Э2	1	2				Должность	Ф И О	Подпись	Дата
Э3	2	2									
Поставщик	Заготовительное производство	Э4	1	2	Ожидаемое увеличение TCR (ppm)(:вес :0,2)	95 - 345 ppm	Должность	Ф И О	Подпись	Дата	
Где используется?	Сборочная линия	Э5	1	2			директор завода				
Количество некачественной продукции	1000 pcs	Ж	1,2	1,8	Ожидаемое увеличение затрат (€)(вес:0,3)	5700 - 20700 евро	Руководитель отдела разработок				
Проверено:	20 шт	Б	0,4	0,4	Средняя стоимость ремонта, евро	100 евро	Руководитель отдела качества				
Количество найденных дефектов:	6 шт	Vo	33%	22%	Расчет общего риска:	90,5	Руководитель инженерной службы				
5) Мониторинг:					Действия выполнены и проверены QM		Должность ФИО контролера по качеству дата,подпись				

В результате внедрения методики оценки рисков количество часов простоя производства за месяц снижено на 5% в связи с более быстрым реагированием на принятие решения по рискам. Также улучшен показатель по качеству продукции на 3%, количество брака на заготовительном производстве сокращено на 6%.

Предложенная в настоящей работе методика оценки рисков при производстве бытовой техники позволяет при помощи разработанной математической модели оценки технических и экономических рисков рассчитать ожидаемого увеличение количества ремонтов приборов, имеющих отклонения по качеству в гарантийный период, а так же произвести расчет общего уровня влияния риска на компанию в случае его наступления.

4.2 Процедура оценки и ранжирования рисков по качеству на сборочной линии

В целях расширения инструментария контроля и управления рисками применительно к производству бытовой техники разработана процедура оценки и ранжирования рисков по качеству на сборочной линии с учетом защищенности рабочего места на предмет совершения ошибки. Отличие предлагаемой процедуры от классического подхода FMEA заключается в том, что классификация рисков производится не на основании расчета единичных рисков сопоставимых между собой признаков, а на основе кластерного анализа, применимого к разным видам рассматриваемых объектов, так же методика включает в себя предложенную автором диссертационного исследования модель оценки общего уровня защищенности линии от рисков по качеству. Предлагаемая процедура позволит анализировать, оценивать и ранжировать возможные риски по качеству для процессов сборки до запуска продукции, а так же в условиях серийного производства.

Процедура включает в себя следующие шаги:

1. Описание и декомпозиция исследуемого процесса
2. Оценка рисков: формирование экспертной группы и идентификация рисков для каждой операции технологического процесса, оценка показателей вероятности возникновения (Occurance), тяжести последствий от реализации рисков (Sevirity), степени обнаружения возникшего риска (Detection), а так же расчет средней стоимости ремонта по каждому дефекту.
3. Кластеризация рисков: выбор метрики и метода стандартизации исходных данных, определение количества кластеров, определение метода кластеризации, анализ результатов кластеризации, проверка результатов кластеризации.
4. Расчет общего показателя уровня защищенности линии от возникновения рисков.

5. Интерпретация полученных значений общего показателя уровня защищенности линии от возникновения рисков

6. Разработка мероприятий по управлению рисками на производственной линии.

Анализ рисков по качеству на сборочной линии целесообразно производить с использованием элементов анализа процессов согласно FMEA методу (Failure modes and effects analysis). Участникам анализа предлагалось указать возможную причину появления риска, возможные последствия дефекта, рейтинг тяжести последствий для потребителя (S – severity), степень защиты рабочего места, рейтинг вероятности возникновения (O – occurrence), метод контроля, рейтинг обнаружения (D – detection). В связи с этим разработан перечень возможных ошибок, которые могут возникнуть в процессе сборки (таблица 35), шкала оценки уровня тяжести последствий (таблица 36), шкала для оценки вероятности возникновения риска (таблица 37), шкала рейтинга обнаружения риска на линии (таблица 38).

Таблица 35 – Перечень обозначений возможных рисков на линии сборки

ДНУ	Деталь не установлена
НУ	Неправильная установка
НД	Неверная деталь
МЗ	Неверный момент затяжки
ОНП	Операция не произведена

Таблица 36 – Шкала оценки уровня тяжести последствий (S)

Тяжесть последствий риска	Критерий возникновения	Балл
Очень высокая	опасно без предупреждения. негативно влияет на безопасность конечного продукта. Угроза жизни и здоровью потребителя.	10
	опасно с предупреждением. Негативно влияет на безопасность конечного продукта. Угроза жизни и здоровью потребителя.	9
Высокая	негативно влияет на функциональность конечного продукта. Прибор неработоспособен. Потребитель очень недоволен.	8

Тяжесть последствий риска	Критерий возникновения	Балл
	прибор работоспособен, но с пониженной эффективностью. Потребитель не удовлетворён.	7
Умеренная	Прибор работоспособен, но некоторые системы комфорта и удобства не работают. Потребитель испытывает дискомфорт.	6
	Прибор работоспособен, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью. Потребитель испытывает некоторое неудовольствие.	5
Низкая	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект замечает большинство потребителей (более 75%)	4
	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект замечает большинство потребителей (более 50%)	3
Очень низкая	Прибор пригоден, но внешний вид и шумность изделия не соответствуют спецификации. Дефект может быть замечен только высококвалифицированному персоналу	2
	никакого заметного последствия	1

Оценку вероятности возникновения риска следует производить с учетом встроенной системы автоматического предотвращения возможных дефектов, связанных с невнимательностью или незнанием операторов на линии. Наиболее эффективными методами предотвращения ошибок и сбоев процесса производства являются метод нулевой ошибки (Рока Yoke), а так же невозможность совершить следующую операцию без выполнения предыдущей. Вероятность ошибки снижается так же при установке лазера фиксации движения (Pick to light). Датчик срабатывает в случае, если операция выполнена, в противном случае происходит блокировка паллеты от продвижения на последующее рабочее место, дальнейший процесс сборки невозможен. Также вероятность возникновения риска уменьшается, в случае если на сборочной линии внедрена проверка согласно листу материалов, рабочей инструкции, заранее установлен момент затяжки. Шкала оцени

вероятности возникновения риска, с учетом выше перечисленных факторов, представлена в таблице 37.

Таблица 37 – Шкала для оценки вероятности возникновения риска (О)

Вероятность наступления риска	Критерий возникновения	Балл
Очень высокая	Возникновение риска неизбежно. Постоянное наличие опасности. Рабочее место не защищено техническим решением или другим методом защиты операции от ошибки.	10
	Очень высокая вероятность проявления риска, постоянное наличие опасности. Рабочее место не защищено техническим решением или другим методом защиты операции от ошибки.	9
Высокая	Высокая вероятность возникновения риска. Рабочее место не защищено техническим решением или другим методом защиты операции от ошибки.	8
	Частое проявление дефекта у потребителя при обнаружении риска данного типа. Рабочее место не защищено техническим решением или другим методом защиты операции от ошибки.	7
Умеренная	Данный риск имеет равные шансы проявления и не проявления. Рабочее место незащищено техническим решением. Проверка качества сборки для данной операции регулируется рабочей инструкцией.	6
	Вероятность того, что событие будет иногда возникать. Проверка качества сборки для данной операции регулируется рабочей инструкцией, корректность материала сверяется согласно листу материалов.	5
Низкая	Редкое проявление дефектов данного типа. Внедрено устройство для наведения лазерного луча на цель для указания точного места установки детали. Внедрена система визуального различия между деталями разного типа.	4
	Вероятность проявления риска сведена к минимуму. Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов. Рабочее место оборудовано техническим решением Pick to light.	3
Очень низкая	Вероятность возникновения маловероятна. Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов.	2
	Риски данного типа невозможны. Внедрена система защиты от ошибки Poka Yoke. Осуществление последующей операции невозможно без выполнения предыдущей.	1

Таблица 38 – Шкала рейтинга обнаружения риска на линии (D)

Вероятность наступления риска	Критерий возникновения	Балл
Очень высокая	Невозможность обнаружения. Наличие дефекта не проверяется или не может быть найдено.	10
	Дефект скорее всего обнаружен не будет. Продукт выборочно проверяется. Управление достигается только непрямыми или случайными проверками.	9
Высокая	Большая вероятность не обнаружения. Продукт проверяется визуально и оценивается на основании отсутствия дефектов в ходе процесса производства.	8
	Есть вероятность обнаружения. Управление достигается двойным визуальным контролем.	7
Умеренная	Очень низкая вероятность обнаружения. Управление достигается контрольными картами (SPC).	6
	Низкая вероятность обнаружения. Управление основано на проверке качества после выхода изделия с линии (проверка на аудите готового продукта).	5
Низкая	Средняя вероятность обнаружения. Процесс статистически контролируется и оценивается непосредственно в ходе производства. Обнаружение ошибок на последующей операции. Или контроль при запуске и проверки первых изделий.	4
	Высокая вероятность обнаружения. Обнаружение ошибок на poste или на последующих операциях или в ходе нескольких приемов контроля (Jidoka, Robot vision)	3
Очень низкая	Почти полная вероятность обнаружения. Процесс статистически управляемый. Вся продукция проверяется автоматически. Автоматический контроль с функцией автоматической остановки (контроль момента затяжки в ходе производства. (проверка в ходе функционального тестирования встроенного в линию с автоматической фиксацией результата).	2
	100% вероятность обнаружения. Вся продукция проверяется автоматически и дефект не может быть пропущен. Рабочее место оборудовано решением Poka Yoke.	1

По итогам идентификации рисков производится их классификация. Путем стандартизации (нормировки) исходных данных, вне зависимости от природы их возникновения исследуемые объекты разбиваются на однородные группы (кластеры) так, что можно произвести комплексный разносторонний анализ рисков, выявить риски, которые требуют разработки мероприятий по их управлению. Наиболее распространённые виды нормировок: стандартизация всех переменных (в качестве нормы принимается выборочное среднеквадратичное отклонение), альтернативная нормировка (учитывает

различия в вариации отдельных показателей), перспективная нормировка (задается эталонное значение a_i на основании априорных представлений о классифицируемых объектах), модификация альтернативной нормировки (вместо среднеквадратического отклонения используется размах). Существуют иерархические и неиерархические методы кластерного анализа. В первом случае число кластеров изначально неизвестно, во втором случае число кластеров задано. В зависимости от целей исследования при кластеризации используются следующие метрики: расстояние Евклида, квадрат евклидова расстояния, манхэттенское расстояние, расстояние Чебышева, степенное расстояние, мера сходства Хемминга, расстояние Махаланобиса. Существуют различные методы связи двух кластеров. В случае метода ближайшего соседа (одиночная связь) расстояние между двумя кластерами определяется расстоянием между двумя наиболее близкими объектами в различных кластерах. Расстояния между кластерами метода наиболее удаленных соседей (полная связь) определяются наибольшим расстоянием между любыми двумя объектами в различных кластерах. Так же существуют такие методы измерения расстояния между кластерами как невзвешенное попарное среднее, взвешенное попарное среднее, невзвешенный центроидный метод, взвешенный центроидный метод (медиана), метод Варда.

По итогам идентификации рисков производится расчет общего показателя уровня защищенности линии от возникновения рисков (Rg). Разработана математическая модель расчета общего показателя уровня критичности производственной линии (Rg), представленная следующей формулой:

$$Rg = \frac{\sum_i^n S_i O_i D_i}{n S_{\max} O_{\max} D_{\max}}, \quad (25)$$

где S – уровень тяжести последствий, O – вероятность возникновения риска, D – вероятность обнаружения риска, nS_{\max} – максимальное значение уровня

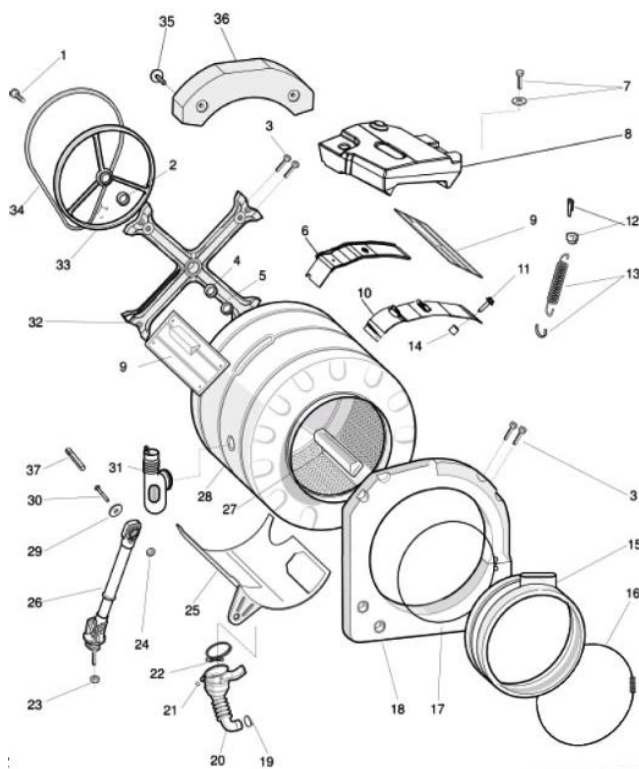
тяжести последствий, O_{max} – максимальное значение вероятности возникновения риска, D_{max} – максимальное значение вероятности обнаружения риска.

Благодаря разработанной формуле можно оценить общую надежность системы, что невозможно сделать при помощи классического подхода метода FMEA или в ходе кластерного анализа. По итогам оценки защищенности линии от возникновения рисков (R_g) производится интерпретация результатов. В связи с этим авторами диссертационного исследования разработана шкала интерпретации результатов расчетов общего уровня защищенности линии от возникновения рисков, представленная в таблице 39.

Таблица 39 – Интерпретация результатов расчета общего уровня защищенности производственной линии от возникновения рисков

Интервал оценки R_g	Интерпретация
$0 < R_g \leq 0,2$	Очень низкий уровень. Мониторинг. Принятие дополнительных мер не требуется.
$0,2 \leq R_g < 0,4$	Низкий уровень риска. Мониторинг. Принятие дополнительных мер не требуется. Возможна разработка предупреждающих действий.
$0,4 \leq R_g < 0,6$	Средний (приемлемый) уровень риска. Разработка предупреждающих действий.
$0,6 \leq R_g < 0,8$	Высокий уровень риска. Разработка корректирующих действий и мероприятий по управлению рисками.
$0,8 \leq R_g \leq 1$	Очень высокий (критический) уровень риска. Требуется срочная разработка по управлению рисками.

Апробация разработанной процедуры проведена на примере анализа линии сборки колебательной системы АСМ. На рисунке 18 представлен взрывной чертёж колебательной системы.



1-винт шкива стиральной машины; 2- подшипник; 3- винт крепления крестовины; 4-подшипник; 5 - сальник ;6 – задняя поперечина; 7- винт крепления противовеса; 8- противовес; 9-монтажная планка бака; 10-передняя поперечина; 11-болт стиральной машины; 12-прокладка пружины; 13 – пружина; 14 - прокладка стиральной машины; 15-гasket (прокладка люка); 16 – хомут наружный манжеты люка; 17 – хомут внутренний манжеты люка; 18 – противовес передний; 19 – хомут сливного патрубка; 20 – патрубок сливной; 21 - 22 – хомут большой сливного патрубка; 23 – гайка амортизатора; 24 – гайка м8 амортизатора; 25 – держатель бака; 26 – амортизатор; 27 – ребро барабана; 28 – бак в сборе с барабаном; 29 – 30-; 31 – патрубок заливной; 32 – крестовина бака; 33 – шкив; 34 – ремень стиральной машины.

Рисунок 18 – Колебательная система стиральной машины

Результаты анализа производственной линии представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Анализ рисков процесса сборки колебательной системы стиральной машины

Риск	Операция	Потенциальная ошибка	Возможные последствия дефекта	Тяжесть последствий (S)	Степень защиты рабочего места	Вероятности возникновения (O)	Метод контроля	Степень обнаружения (D)	RPN	Стоимость ремонта
R1	установка заднего бака на паллету	НУ	последующая сборка невозможна	1	последующая операция невозможна	1	дефект выявляется на следующей операции	1	1	150
R2	установка сальника	ДНУ	прибор не работает	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R3		НУ	риск протечки	8	последующая операция не позволяет	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150

					обнаружить дефект					
R4	Установка верхнего подшипника	НУ	протечка	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R5		ДНУ	прибор не работает	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R6		НД	протечка	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R7	Установка нижнего подшипника	НУ	протечка	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R8		ДНУ	прибор не работает	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R9		НД	протечка	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R10	Смазка	ОНП	со временем барабан перестает вращаться	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	10	дефект может проявиться у потребителя по истечении времени	10	800	150
R11	Установка уплотняющего кольца	ДНУ	протечка	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150
R12		НД	протечка	8	последующая операция не позволяет	9	проверка на функциональном тесте	2	144	150

					обнаружить дефект					
R13	Установка барабана	НУ	последующая сборка невозможна	8	последующая операция невозможна	1	дефект выявиться на последующей операции	1	8	150
R14		НД	при высоких оборотах повреждение ткани	6	проверка на станции визуального контроля зафиксирована в рабочей инструкции	6	двойной визуальный контроль	7	252	150
R15	Установка манжеты на передний бак	НУ	невозможно закрыть загрузочный люк	8	последующая операция невозможна	1	дефект выявиться на последующей операции	1	8	90
R16	Фиксация манжеты на баке при помощи внутреннего хомута	НУ	риск протечки	8	последующая операция не позволяет обнаружить дефект	8	Robot vision	3	192	40
R17		ДНУ	риск протечки	8	Pick to light (в случае если операция не произведена, паллета блокируется)	3	Robot vision, визуальный контроль	3	72	55
R18	Установка переднего бака	ДНУ	смещенное положение бака	8	последующая операция невозможна	1	дефект выявиться на последующей операции	1	8	150
R19	Фиксация манжеты на баке при помощи наружного хомута	НУ	риск протечки	8	проверка на станции визуального контроля зафиксирована в рабочей инструкции	6	Robot vision, визуальный контроль	3	144	45
R20		ДНУ	риск протечки	8	Pick to light (в случае если операция не произведена, паллета блокируется)	3	Robot Vision, визуальный контроль	3	72	55

R21	Фиксация задней поперечины	МЗ	шум	4	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	16	63
R23	Монтаж планки бака	МЗ	шум	4	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	16	60
R24	Установка передней поперечины	ДНУ	протечка	8	последующая операция невозможна	1	дефект выявиться на последующей операции	1	8	67
R25		НУ	шум	4	деталь невозможно установить неправильно, внедрено решение Poka Yoke	1	Robot Vision, визуальный контроль	3	12	50
R26	Установка прокладки для винта передней поперечины	ДНУ	шум	4	Pick to light (в случае если операция не произведена, паллета блокируется)	3	наличии прокладки для винта может быть замечено на следующей операции	9	108	80
R27	Фиксация передней поперечины болтом	МЗ	ослабление крепления во время полоскания и отжима на высоких оборотах	9	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	36	65
R28	Фиксация держателя бака	МЗ	ослабление крепления во время полоскания и отжима на высоких оборотах	9	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	36	69
R29	Установка амортизаторо в	НД	при высоких оборотах стук	4	дифференциация деталей по цвету	4	Robot vision, визуальный контроль	3	48	75

R30	Фиксация амортизатора гайкой м8	МЗ	стиральная группа ударяется о стенки корпуса при высоких оборотах и отжиге	9	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	36	75
R31	Затяжка нижней гайки амортизатора	МЗ	стиральная группа ударяется о стенки корпуса при высоких оборотах и отжиге	9	внедрена автоматическая система контроля момента затяжки	2	Вся продукция проверяется автоматически	2	36	75
R32	Фиксация верхнего противовеса винтами крепления (3 шт.)	ДНУ	противовес отсоединяется от стиральной группы в случае неустановки одного из винтов	10	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов.	3	Вся продукция проверяется автоматически	2	60	140
R33		МЗ	опасность раскручивания винтов, шум	9	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов.	3	Вся продукция проверяется автоматически	2	54	87
R34	Фиксация переднего противовеса винтами	ДНУ	противовес упадет в случае неустановки одного из винтов при высоких оборотах и отжиге	10	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов.	3	Вся продукция проверяется автоматически	2		135
R35		МЗ	опасность раскручивания винтов, шум	9	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и	3	Вся продукция проверяется автоматически	2	54	87

					количества закрученных винтов.					
R36	Установка сливного патрубка	НУ	протечка	8	визуальный контроль детали на последующем рабочем месте	6	проверка на функционально м тесте	2	96	40
R37	Затяжка винта зажимного кольца выходного патрубка	МЗ	протечка	8	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки и количества закрученных винтов.	3	проверка на функционально м тесте	2	48	45
R38	Фиксация хомута сливного патрубка	НУ	протечка	8	место не защищено техническим решением	8	проверка на функционально м тесте	2	128	45
R39	Фиксация сливного патрубка к баку большим хомутом	НУ	протечка	8	место не защищено техническим решением	8	проверка на функционально м тесте	2	128	45
R40	Установка заливного патрубка	НУ	протечка	8	место не защищено техническим решением	8	проверка на функционально м тесте	2	128	40
R41	Установка прокладки пружины	ДНУ	шум	3	место не защищено техническим решением	9	проверка отсутствует	9	243	145
R42	Фиксация пружины	НУ	падение стиральной группы при высоких оборотах или во время полоскания	10	установка производится автоматическим устройством	1	проверка на функционально м тесте	2	20	140
R43	Фиксация винтами крепления крестовины	МЗ	шум	4	Внедрена система автоматического контроля	3	проверка производится на аудите	5	60	90

					момента затяжки		готового продукта			
R44	Затяжка винтом шкива	МЗ	дисбаланс при вращении барабана	8	Внедрена система автоматического контроля момента затяжки	3	проверка момента затяжки производится на аудите готового продукта	5	120	90
R45	Установка ремня стиральной машины	НУД	прибор не работает	8	проверка качества установки ремня производится визуально согласно инструкции	5	проверка на функционально м тесте	2	80	75

На первом этапе необходимо определить, формируют ли риски "естественные" кластеры [154]. Метод полной связи определяет расстояние между кластерами как наибольшее расстояние между любыми двумя объектами в различных кластерах. Для проведения анализа произведена стандартизация всех переменных, выбрана иерархическая кластеризация, результатом которой является дендрограмма (рис. 19).

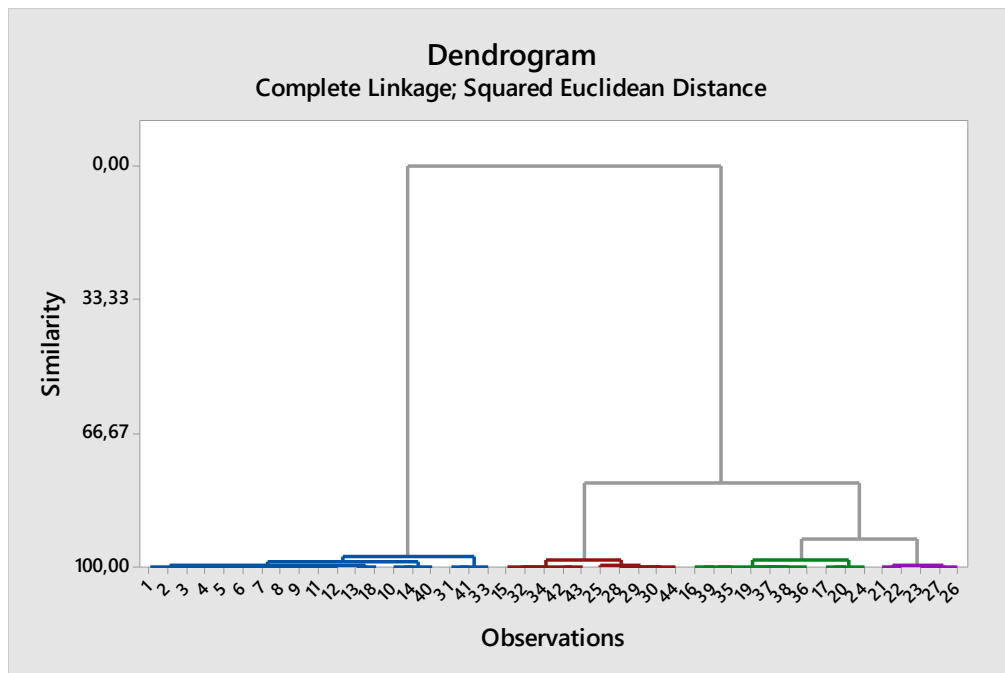


Рисунок 19 – Кластеризация идентифицированных рисков в программе Minitab

Исходя из визуального представления результатов, можно сделать предположение, что риски образуют четыре естественных кластера. Данное предположение проверяется путем разбиения исходных данных методом К-средних на четыре кластера, и проверяется значимость различия между полученными группами. Матрица сравнения кластеров представлена в таблице 41.

Таблица 41 – Матрица анализа качества полученных кластеров

Номер кластера	Количество наблюдений	Внутрикластерная сумма квадратов	Среднее расстояние до центроида	Максимальное расстояние от центральной точки
Кластер 1	19	773,158	5,57970	13,7302
Кластер 2	10	549,000	7,31762	8,4202
Кластер 3	10	371,300	5,45715	9,3365
Кластер 4	5	77,200	3,72624	5,5642

Исходя из количества наблюдений в каждом кластере больше всего наблюдений попало в первый кластер, что напрямую повлияло на показатель «внутрикластерной суммы квадратов» и среднее расстояние до центроида. Наиболее высокое среднее расстояние до центроида второго кластера (7,31762) демонстрирует большую изменчивость наблюдений внутри кластера. Немаловажно подробно рассмотреть кластеры, которые имеют значительно меньше наблюдений, чем другие кластеры, так как они могут содержать выбросы или необычные наблюдения с уникальными характеристиками. В данном случае, четвертый кластер содержит наименьшее количество наблюдений, однако, в ходе анализа кластера 4 выбросов и необычных наблюдений не выявлено

После получения результатов классификации рассчитывается расстояние между центроидами кластеров, чтобы оценить, насколько они различаются между собой. Большее расстояние обычно указывает на большую разницу между кластерами. Матрица расстояний представлена в таблице 42.

Таблица 42 – Матрица расстояний идентифицированных рисков

	Кластер1	Кластер2	Кластер3	Кластер4
Кластер1	0,000	65,6220	101,907	83,2649
Кластер2	65,622	0,0000	36,497	17,7025
Кластер3	101,907	36,4967	0,000	19,1711
Кластер4	83,265	17,7025	19,171	0,0000

Согласно произведенному анализу наибольшая разница наблюдается между кластером 1 и 3, а так же между кластером 1 и 4.

На рисунке 20 произведена визуализация средних и доверительных интервалов в каждом кластере для переменных: рейтинг тяжести последствий, рейтинг вероятности возникновения риска, рейтинг обнаружения риска.

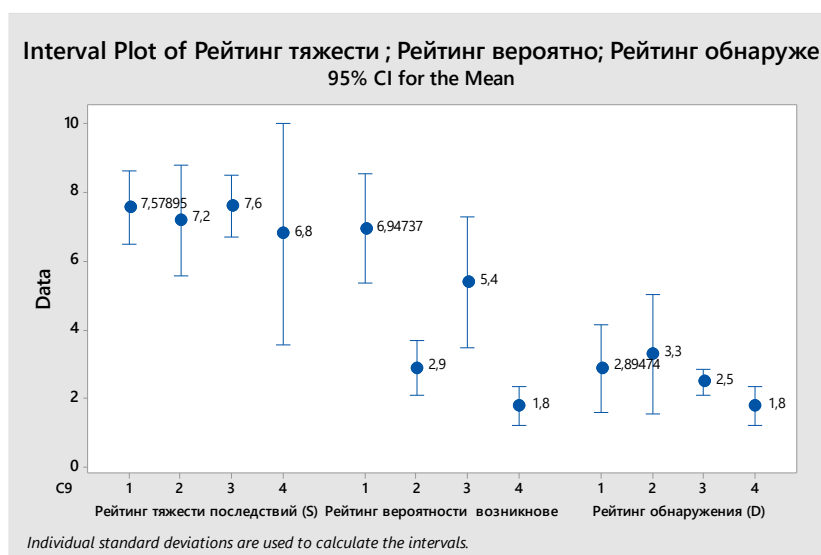


Рисунок 20 – Интервальный граф рейтинга тяжести последствий, рейтинга вероятности возникновения риска, рейтинга обнаружения риска

На рисунке 21 представлен интервальный граф для показателя, отвечающего за стоимость ремонта

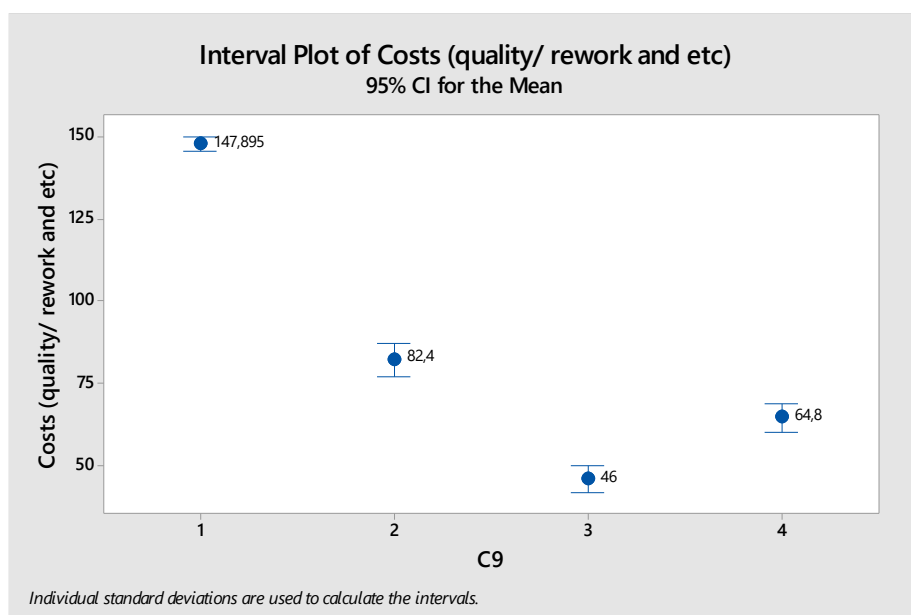


Рисунок 21 – Интервальный граф рейтинга финансовых затрат на ремонты, связанные с возникновением риска

Процедура оценки и ранжирования рисков по качеству на сборочной линии, апробированная на линии сборки колебательной системы АСМ, позволила оценить общий уровень защищенности линии от возникновения рисков по качеству, выявить наиболее критичные рабочие операции, требующие доработки, согласно результатам кластерного анализа. В результате произведено разбиение идентифицированных рисков на четыре кластера для определения наиболее критичных рабочих операций производственной линии. Результаты исследования представлены в таблице 43.

Таблица 43– Кластеризация рисков линии сборки колебательной системы стиральной машины

Кластер	Риск	Комментарий
Кластер 1	R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9 R10,R11,R12, R13,R14,R18,R31, R33, R40,R41	Данный кластер содержит риски, устранение которых ведет к наибольшим затратам: от 135 до 150 евро за ремонт. Риск возникновения дефектов данного кластера является самым высоким, так как в основном дефекты носят скрытый характер, что затрудняет обнаружение риска до начала проверки прибора на функциональность.
Кластер 2	R15,R25, R28,R29,R30,R32,R34,R42,R43,R44	Ко второму кластеру относятся риски со средним значением 82,4 евро за ремонт. Вероятность проявления риска сведена к минимуму. Средняя вероятность обнаружения. Процесс статистически контролируется и оценивается непосредственно в ходе производства.
Кластер 3	R16,R17,R19,R20,R24,R35,R36,R37, R38,R39	Данный кластер содержит риски с средним значением стоимости ремонта 46 евро, что является минимальной

		суммой, необходимой для устранения рисков, возникших в ходе сборки колебательной системы. Доверительный интервал показателя уровня возникновения дефектов имеет наибольший разброс и достигает критического уровня. Однако, благодаря тому, что обнаружение ошибок происходит на рабочей станции или в ходе последующих операций вероятность обнаружения риска высокая.
Кластер 4	R21,R22,R23,R26,R27	Ко четвертому кластеру относятся риски со средним значением стоимости ремонта 64,8. Тяжесть последствий возникновения риска может достигать максимально критического уровня 10. Однако, это компенсируется минимальным уровнем возможности возникновения дефекта и максимально высокому уровню обнаружения риска.

Степень защищенности процесса от рисков по качеству оценивается комплексным показателем уровня критичности производственной линии. Общий показатель уровня защищенности линии от возникновения рисков (R_g) рассчитывается по формуле 25 и равен: $R_g=0,105$, что соответствует очень низкому уровню риска. Принятие дополнительных мер не требуется. Возможна разработка предупреждающих действий. Для повышения уровня защищенности линии от рисков приоритетным является проработка рисков первого кластера.

В результате внедрения предложенной процедуры оценки и ранжирования рисков по качеству на всех участках сборки АСМ общий показатель уровня защищенности линии от возникновения рисков (R_g) был улучшен с среднего уровня риска (0,30) до низкого уровня риска (0,1), что повысило внешний показатель, отвечающий за качество конечного продукта (количество ремонтов) на 7%. Также сократились затраты на гарантийные ремонты на 5%.

Таким образом, разработанная процедура оценки и ранжирования рисков по качеству на сборочной линии, апробированная на производстве стиральных машин на линии сборки колебательной системы, позволяет оценить общий уровень защищенности производственной линии сборки от возникновения рисков по качеству, выявить наиболее критичные рабочие операции, требующие доработки. Получена математическая модель расчета общего показателя уровня защищенности линии, а также интерпретация полученных значений.

4.3 Вывод к разделу 4

1. Предложена методика оценки рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции на производстве. Описаны основные этапы анализа рисков, предложена математическая модель оценки взвешенного и общего уровня рисков. Получены формулы расчета увеличения количества ремонтов приборов, имеющих отклонения по качеству в гарантийный период, а так же формула расчета процента увеличения обращений на рынке за год. Разработана система баллов для каждой характеристики. Разработан документ по управлению рисками для анализа ситуаций, возникающих при обнаружении дефектной продукции для предприятий, специализирующихся на производстве бытовой техники.

2. Предложена процедура оценки и ранжирования рисков на сборочной линии на предмет защищенности рабочих мест от возникновения рисков по качеству. Произведена оценка показателей: вероятность возникновения риска, тяжесть последствий от реализации рисков, степень обнаружения возникшего риска для каждого рабочего места линии. Разработан перечень обозначений возможных рисков на линии сборки. Адаптированы шкалы оценок для вышеперечисленных показателей с учетом особенностей производственной линии. Рассчитан уровень критичности единичных рисков. Разработана математическая модель оценки общего показателя уровня защищенности линии от возникновения рисков. Произведена интерпретация полученных значений единичных показателей и общего уровня критичности процесса сборки. Разработан алгоритм ранжирования рабочих мест на кластеры, с выявлением наиболее критических операций, которые приводят к рискам по качеству и наибольшим финансовым затратам, связанным с устранением дефектов. Приведен фрагмент анализа рисков согласно разработанной процедуре для процесса сборки колебательной системы стиральной машины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе изложены и научно обоснованы новые технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны и обеспечения качества бытовой техники.

В ходе проведенных исследований получены новые научные результаты:

- Квалиметрическая модель оценки бытовой техники, отличающаяся тем, что учтена расширенная номенклатура показателей оценки технического уровня, учитывающая уточненные потребительские свойства продукции.
- Формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, в отличие от существующих включающая в себя оценку сходимости и воспроизводимости результатов измерений на основе «Gage R&R» анализа, направленная на обеспечение качества процесса измерений.
- Процедура мониторинга качества бытовой техники, в отличие от существующих включающая алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества, с обоснованием методов и инструментов управления качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники.
- Методика оценки рисков при производстве бытовой техники, в отличие от существующих включающая оценку технических и экономических рисков, позволяющая обеспечивать качество процесса гарантийного обслуживания продукции.

Внедрение результатов диссертационного исследования обеспечило повышение уровня конкурентоспособности на 3%, снижение уровня брака на заготовительном производстве и сборочной линии на 7%, улучшение

внутреннего показателя по оценке качества продукции (уровень взвешенных ошибок) на 6%, улучшение внешнего показателя (количество обращений на число произведенной продукции) на 7%, гарантийные затраты сокращены на 5%. Применение разработанных моделей и процедур контроля и обеспечения качества продукции на производстве бытовой техники привело к повышению результативности СМК с достаточного уровня (0,7) до высокого (0,9), результативность процессов производства в среднем выросла на 6-7%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдонин, Б.Н., Батьковский, А.М. Экономикоматематический инструментарий оценки реализуемости инновационных проектов "Вопросы радиоэлектроники", серия ОТ, изд-во: ЦНИИ "Электроника" М.: 2014. — Т. 4. № 1. — С. 178-185.
2. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. – М.: Экономика, 1982. – 345 с.
3. Азгальдов, Г.Г., Костин, А.В., Садовов, В.В. Квалиметрия: первоначальные сведения. М.: Высш. шк., 2010 — 143 с.
4. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман – М.: Издательство стандартов, 1973. – 172 с.
5. Алиев, Р.А. Управление производством при нечеткой исходной информации /Р.А. Алиев, А.Э. Церковный, Г.А. Мамедов. М.: Энергоатомиздат, 1991. 240 с.
6. Алиев, Р.А., Производственные системы с искусственным интеллектом / Р.А. Алиев, Н.М. Абдикеев, М.М. Шахназаров. М.: Радио и связь, 1990. 264 с.
7. Антимиров, В.М. Проектирование аппаратуры систем автоматического управления / В.М. Антимиров. Екатеринбург: Изд-во УФУ им.Б.Н. Ельцина, 2015, 92 с.
8. Антохина, Ю. А., Варжапетян, А. Г., Иняц, Н., Оводенко, А. А., Семенова, Е. Г., Смирнова, М. С. Интеграция моделей, методов и инструментов управления проектами: монография СПб.: Политехника, 2015. 359 с.
9. Антохина, Ю. А., Варжапетян, А. Г., Оводенко, А. А., Семенова, Е. Г.. Методы и инструменты управления качеством проектов: монография / Ю. А. СПб.: ГУАП, 2012. 303 с.
10. Антохина, Ю.А. Управление результативностью и качеством проектов: монография / Ю.А. Антохина, А.Г. Варжапетян, А.А. Оводенко, Е.Г. Семенова. – СПб.: Политехника, ГУАП, 2013. – 330 с.

11. Аронов, И.З., Бурцев, С.Ю., Вахитов, С.Ю. Новый метод визуализации анализа качества и конкурентоспособности продукции // Надежность и контроль качества М.: 1995. - №10. с. 9-14.
12. Атапина, Н.В. Сравнительный анализ методов оценки рисков и подходов к организации риск-менеджмента / Н.В. Атапина, В.Н. Кононов // Молодой учёный. Ежемесячный научный журнал. 2013. №5. С. 67-71.
13. Бабаскин, С.Я. Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков / С.Я. Бабаскин; Академия народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации. – М.: Дело, 2009. — С. 240.
14. Бабуров, С.В. Системный анализ в фундаментальных и прикладных исследованиях / В.В. Кузнецов, С.В. Бабуров, А.А. Мальчевский, А.В. СПб, «Политехника», 2014. - 378 с.
15. Барабанова, О.А. Семь инструментов управления качеством / О.А. Барабанова, В.А. Васильев, С.А. Одинокоев. – М.: Изд-во МАТИ РГТУ, 2003.– 48 с.
16. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М. : Статистика, 1974.-159 с.
17. Бобровников, Г.Н., Клебанов, А.И. Прогнозирование и управление техническим уровнем и качеством продукции. М.: Изд-во стандартов, 1984. — С. 232.
18. Болотова, С.С. Потребительские свойства современных стиральных машин /С.С. Болотова // IV Омские торгово-экономические чтения / Омск. 2007
19. Брюхова, Е.С. Новая версия ISO 9001: основные особенности и советы по внедрению / «Стандарты и качество», 2015. <https://ria-stk.ru/mmqa/detail.php?ID=98456>
20. Варжапетян, А.Г., Семенова, Е.Г., Шанта, М.В. Система сбалансированных показателей как метод стандартизации и управления производством // "Компетентность", - 2017, №8(149), с. 44-48

21. Варжапетян, А.Г. Квалиметрия / А.Г. Варжапетян – СПб.:СПБГУАП, 2005. – 176 с.
22. Васильев, А.С. Моделирование процессов наследования показателей качества для компьютерной поддержки жизненного цикла изделий. / А.С. Васильев, М.Л. Хейфец, Г.Б. Премент, С.А. Клименко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С: Фундаментальные науки. – 2009. – № 9. – С. 19-24.
23. Васильев, А.С. Проектирование технологических процессов изготовления деталей с учетом взаимного влияния формируемых показателей качества. /А.С. Васильев, А.А. Кудинов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. – № 8. – С. 1.
24. Виноградов, Л.В. Экономико-математические методы в управлении качеством. Монография. / Л.В. Виноградов, В.С. Бурылов, В.П. Семенов. - СПб.: СПбГИЭУ, 2011. - 312 с.
25. ГОСТ 8051-83 Машины стиральные бытовые. Технические условия. – М. Издательство стандартов. 1983. – 34 с. (в редакции 2018 г.)
26. ГОСТ 17446-86. Электроприборы бытовые. Надежность. Номенклатура показателей и правила приемки. [Текст] - М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986.– 16 с.
27. ГОСТ 26119-97. Электроприборы бытовые. Эксплуатационные документы. [Текст] - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
28. ГОСТ 275700-95. Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Дополнительные требования к стиральным машинам. [Текст] - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.– 12 с.
29. ГОСТ Р 1.0-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.– М.: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
30. ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2007. – 10 с.

31. ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.– Москва, Стандартинформ, 2007. – 6 с.
32. ГОСТ Р 1.5-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. –Москва, Стандартинформ, 2013. – 23 с.
33. ГОСТ Р 55008-2012. Энергетическая эффективность. Машины стиральные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2014.- 10 с.
34. ГОСТ Р ИСО 22514-1-2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы. – М.: Стандартинформ, 2016, - 21 с.
35. ГОСТ Р 56478-2015. Энергетическая эффективность. Машины стиральные и аналогичные. - М.: Издательство стандартов, 2016, - 20 с.
36. ГОСТ Р 57193— 2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2016. – 95 с.
37. ГОСТ Р 57524 - 2017. Бережливое производство. Поток создания ценности. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2017. – 20 с.
38. ГОСТ Р 8.000 - 2015. Государственная система обеспечения единства измерения. Основные положения. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2019. – 10 с.
39. ГОСТ Р ИСО 10012-2008. Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию. – М.: Стандартинформ, 2009. – 21 с.
40. ГОСТ Р ИСО 19011-2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2013. – 36 с.
41. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2015. – 42с.
42. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2015. – 57с.

43. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007. Менеджмент риска. Применение в процессах жизненного цикла систем и программного обеспечения. – М.: Стандартиформ, 2008. – 28 с.
44. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31000 – 2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. [Текст] - М.: Стандартиформ, 2012. – 26с.
45. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. –М.:, Стандартиформ, 2012. – 70 с.
46. ГОСТ Р МЭК 60335-1-2015. Бытовые и аналогичные приборы. [Текст] - М.: Издательство стандартов, 2017. -18 с.
47. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Стандартиформ, 2010, - 28 с.
48. ГОСТ Р МЭК 60456-2011. Методы измерения функциональных характеристик. [Текст] - М.: Издательство стандартов, 2013. - 16с.
49. ГОСТ Р МЭК 62301-2011. Приборы бытовые электрические. Измерение потребляемой мощности в режиме ожидания. [Текст] - М.: Стандартиформ, 2012. – 21с.
50. ДеМарко Т. Deadline. Роман об управлении проектами [Текст] / ДеМарко Т. –М., Издательство «Манн-Иванов-Фербер», 2016. - 352с.
51. Дубовик, М.В. Анализ отложенного спроса потребителей на региональном рынке бытовой техники / В.М. Дубовик, В.М.Тимирьянова// Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия экономика. № 4 (18). – 2009. – 19 с.
52. Дьяконов, В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + SIMULINK 4/5 в математике и моделировании. Полное руководство пользователя. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 576 с.
53. Дюваль, П.М. Непрерывная интеграция. Улучшение качества программного обеспечения и снижение риска [Текст] Дюваль П.М., Матиас С., Гловер Э.– СПб.: Символ, 2016. - 240с.

54. Елисеева, И.И. Общая теория ститастики / И.И. Елисеева, М.М Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 472.
55. Елисеева, И.И. Общая теория ститастики / И.И. Елисеева, М.М Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 472.
56. Заде, Л. Нечеткая логика: Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; пер. с англ. А.Г. Подвесецкий, Ю.В. Тюменцев. М.: Мир, 1976. 167 с.
57. Иняц, Н. Современная история качества / Н. Иняц; пер. с хорватского Л.Н.Белинской. М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. 224 с.
58. Исикава, К. Японские методы управления качеством / К. Исикава; пер. с англ. А.В. Гличев. М.: Экономика, 1988. 199 с.
59. ИСО 19011. Руководящие указания по проведению аудитов систем менеджмента. [Текст] - М.: ООО «Интерсертифика-ТЮФ», 2018. – 51 с.
60. ИСО 22514-1:2014. Статистические методы. Управление процессами. Часть 1. Общие принципы. [Текст] - М.: Стандартиформ, 2016. – 5с.
61. ИСО 9004:2018. Качество организации. Руководящие указания по достижению устойчивого успеха. [Текст] - М.: Стандартиформ, 2018. – 8с.
62. Клепиков, А.С. Особенности внедрения системы менеджмента качества в научно-исследовательских учреждениях [Электронный ресурс] / А.С. Клепиков, М.В. Моисеенко, С.А. Погребняк. – Режим доступа: <http://www.rai.org/about/persons/royzenzon/pages/223.doc> – Загл. с экрана.
63. Клячкин, В. Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. / В. Н. Клячкин // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 196 с.
64. Клячкин, В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии / В. Н. Клячкин. // М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 304 с.
65. Коровкин, М.В. Организация процесса управления качеством научно-технических разработок в технопарке / М.В. Коровкин, С.Г. Чернета // Качество в производственных и социально-экономических системах. Сб. науч.

трудов 2-ой Международной научно-технической конференции. – 2014. – С. 321-325.

66. Корушнов, Г.И. Управление процессами и инновациями при обеспечении качества приборов и систем. Изд-во: ГУАП. М.:2008. — 164с.

67. Корчагин, Д.О. Система менеджмента качества на этапе проектирования и разработки научно-технической продукции / Д.О. Корчагин, А.Ю. Кузьмичев, В.Е. Токарев // Стандарты и качество. – 2010. - № 8. – С. 84-86.

68. Коршунов, Г.И. Управление процессами и инновациями при обеспечении качества приборов и систем / Г.И. Коршунов. Изд-во: ГУАП. 2008. 164 с.

69. Лайкер, Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира/ пер. с англ., 8-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2013. 398 с.

70. Ларин, С. Н., Соколов, Н. А. Модель оценки качества научно-технической продукции // Актуальные вопросы экономических наук. 2010. № 13. С. 216–220.

71. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH /А.В. Леоненков. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.

72. Лихотина, О.И. Роль государственного сектора экономики в сглаживании циклических колебаний рыночной конъюнктуры. Московский гуманитарно- экономический институт. Аудит и финансовый анализ. № 4 – 2007. — С. 1-3.

73. Лобанов, М.М., Быков, С.Н.. Функциональная схема управления конкурентоспособностью продукции. Материалы к 3-ей международной очно-заочной научно-практической конференции «Менеджер XXI века». Новосибирск: Международная академия наукоедения.2000. с.78-79. – система менеджмента качества

74. Майкл Джордж. Бережливое производство + шесть сигм. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. С. 360.

75. Мартынюк, А.В., Зарецкий, А.В., Зимина, Т.И., Макаров, М.А. FMEA – анализ как один из комплексных методов эффективного управления качеством. М. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2012, с.122-126

76. Милова В.М., Семенова Е.Г., Добряков А.А. Особенности применения теории нечетких множеств в задачах управления сложными системами. «Вопросы радиоэлектроники», серия ОТ, изд-во: ЦНИИ "Электроника". М.: 2010. – Т.2. № 2. С. 179-187.

77. Михеев, В.А. Метрология: методические указания к выполнению и оформлению отчетов лабораторных работ / В.Ш. Сулаберидзе, Т.П. Мишура, В.А. Михеев, Л.А. Елисеева. – СПб.: ГУАП, 2017. – 83 с.

78. Молчанов, А.А. Особенности формирования системы менеджмента качества в научно-исследовательских учреждениях / А.А. Молчанов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2010. - № 5. – С. 98-100.

79. Назаревич С.А. Особенности применения экспертных оценок при реализации инновационных проектов / С.А. Назаревич // Труды 14 Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». В 9 томах. Т.1 Вооружение и военная техника, СПб.: Изд-во: РАРАН. 2011. – С.53-62

80. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: Ком.Книга, 2006.–332 с.

81. О защите прав потребителей: Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. От 18.03.2019) // Собрание законодательства РФ. – 2019. – № 12. – Ст. 1228.

82. О техническом регулировании: Закон РФ от 27.12.2002 N 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 2002. - № 52. - Ст. 5140 (Часть I)

83. О стандартизации в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ // Собрание законодательства РФ. –2015. – № 27. – Ст. 3953.

84. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон от 26.06.2008 N102-ФЗ // Собрание законодательства РФ. –2008. – № 26. – Ст. 3021.

85. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»: Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 № 328 // Собрание законодательства РФ. –2014. – № 18. – Ч. IV. – Ст. 2173.

86. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности: Федеральный закон от 18 ноября 2009 N 261-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 2009. - № 48. - Ст. 5711

87. Оппенлендер, К. Технический прогресс. М.: Прогресс, 1981.— 176с.

88. Орлов, А.И. «Шесть Сигм» - новая система внедрения математических методов исследования. М.: «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» №5.2006. том 72, С. – 50.

89. Орлов А.И. Математические методы исследования и теория измерений. М.:«Заводская лаборатория. Диагностика материалов» №1.2006. том 72, С. –67.

90. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране, URL:www.ej.kubagro/2013/pdf. Дата обращения 07.03.2018

91. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование. Часть 2: Экспертные оценки / А.И. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.

92. Пивкин, В.Я. Нечеткие множества в системах управления / В.Я. Пивкин, В.П. Бакулин, Д.И. Кореньков. Новосибирск: изд-во НГУ, 1998. 75 с.

93. Покровская, М.В. Основные положения организационно - методического обеспечения качества научно-технической продукции в техническом университете / М.В. Покровская, А.В. Сидорин, В.В. Сидорин // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2013. - № 6. – С. 64-70.

94. Поспелов, Д.А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 312 с.

95. Постников, В.М. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев [Электронный ресурс] / В.М. Постников, С.Б. Спиридонов // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана: электрон. науч.-техн. журн. – 2015. – № 6. – С. 267-287. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/780334.html>

96. Постников, В.М. Подход к расчету весовых коэффициентов ранговых оценок экспертов при выборе варианта развития информационной системы / В.М. Постников, С.Б. Спиридонов // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана: электрон. науч.-техн. журн. – 2013. – № 8. – С. 395-412. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/580272.html>

97. Постников, В.М. Подход к расчету весовых коэффициентов ранговых оценок экспертов при выборе варианта развития информационной системы / В.М. Постников, С.Б. Спиридонов // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана: электрон. науч.-техн. журн. – 2013. – № 8. – С.395-412. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/580272.html>]:

98. Птускин, А.С. Нечеткие модели и методы в менеджменте / А.С. Птускин. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 216 с.

99. Развертывание функции качества (QFD): методические указания / сост. Ю.А. Вашуков, А.Я. Дмитриев, Т.А. Митрошкина. – Самара: СГАУ, 2009. – 54 с.

100. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 60 с.

101. Рожков, Н.Н. Квалиметрические методы и модели комплексного оценивания качества услуг в социальной сфере. [Текст] - СПб, ГУАП, 2011. - 117с.

102 Родионова, Л.Н. Оценка конкурентоспособности продукции / Л.Н. Родионова // Маркетинг в России и за рубежом. - 2000. - №1.

103. Ротер, М. Тойота Ката. Лидерство, менеджмент и развитие сотрудников для достижения выдающихся результатов. СПб.: Питер Пресс, 2014. 336 с.

104. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК) – Пятое издание. – 2013. – 614 с.

105. Рыбинцев, В.А., Горюнов, А.Н. Саламатова, Н.С. Теоретические аспекты оценки качества и конкурентоспособности товаров народного потребления // Точка зрения – С. 45 – 52

106. Рязанцев, А. И. Оценка качества продукции математическими методами // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2016. 57–69 с.

107. Саати, Т., Кернс, К. Аналитическое планирование. Организация систем / Т.Саати, К.Кернс; пер. с англ. И.А. Ушакова, М.: Радио и связь, 1991. 224 с.

108. Савельев, В.Ю. Особенности менеджмента качества в научных организациях России / В.Ю. Савельев, С.Д. Снегирев // Приволжский научный журнал. – 2012. – № 4 (24). – С. 187-192.

109. Савицкий А.В. Мониторинг качества продукции предприятия в укреплении его конкурентных позиций на рынке. Экономика и бизнес: теория и практика. 2017.№4. С.152-155. – система менеджмента качества 110. Самойлов, А.Ю. Шатраков. / под ред. В.В. Кузнецова // СПб. Изд-во: Политехника, 2014. – 378с.

111. Семенова Е. Г., Смирнова М. С. Система поддержки принятия решения в многокритериальных задачах управления производством инновационной продукции // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2008. № 56. С. 57–59.

112. Семенова, Е.Г., Жильникова, Н.А., Милова, В.М. Системотехнический принцип повышения эффективности функционирования производственных систем. М.: Вопросы радиоэлектроники, 2014, стр.125-131

113. Сизова, Л.А. Новое поколение автоматических стиральных машин / Л.В. Сизова // Бытовая электротехника, экспресс информация. Вып.11 (17) /М. 1988
114. Соколов, Н.А. Метрологическое обеспечение энергоснабжения (Измерение теплопроводности и связанных с ней величин) / Н.А. Соколов. – СПб.: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна», 2005. – С. 67-77.
115. СТО 1.05.515.3-2009. Методы и инструменты улучшений. Диаграмма Исикавы. – ОАО «РЖД», 2009 – 18 с.
116. Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227р // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 1. Ст. 216.
117. Туккель, И.Л., Голубев, С.А., Сурина, А.В., Цветкова, Н.А. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий. Под ред. И.Л. Туккеля. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 208с.
118. Уилер, Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс; пер. с англ. В. Кузьмин, Ю. Адлер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 409 с.
119. Федюкин, В.К. Квалиметрия. [Текст] / В.К.Федюкин - СПб.: СПбГИЭУ, 2009. – 365 с.
120. Хамханова, Д.Н. Основы квалиметрии / Д.Н. Хамханова – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 142 с.
121. Хамханова, Д.Н. Теоретические основы обеспечения единства экспертных измерений / Д.Н. Хамханова. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006.– 170 с.
122. Харченко, М.А. Корреляционный анализ. – Воронеж.: Монография, 2008. – 30 с.
123. Хунузиди, Е.И. Разработка методики непрерывного улучшения деятельности организации на основе применения системного подхода и статистического управления процессами. М.: Федеральное агентство по

образованию «МАТИ» - Российский государственный технологический университет им.К.Э Циолковского, 2007 – 150с.

124. Черненко, Т.И. Состояние российского рынка бытовой холодильной техники в современных условиях / Т.И.Черненко // Секция «Современные проблемы экономической теории и регионалистики», 2017. – 521с.

125. Шанина, Т.В. Анализ российского рынка бытовой техники / Т.В. Шанина, Я.С. Добрынина // Экономическая наука сегодня: теория и практика: материалы X Междунар. науч.–практ. конф. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 71-74. – ISBN 978-5-6041314-1-1.]. https://interactiveplus.ru/ru/article/472209/discussion_platform

126. Шанта, М.В. Методика внедрения СМК согласно ИСО 9001:2015 / М.В. Шанта, Е.Г. Семенова // XIV международная научно-практическая конференция «Академическая наука – проблемы и достижения», North Charleston, USA - 2017. с. 56-62

127. Шанта, М.В. Модель организации систем менеджмента измерений. // "Стандарты и качество", 2017, №5 с.107

128. Шанта, М.В., Семенова, Е.Г. Методика внедрения матрицы принятия решения на производстве. // XVI Международная научно-практическая конференция «Управление качеством», Московский авиационный институт. - 2017. - С.385-389

129. Шанта, М.В., Семенова, Е.Г.. Методика внедрения Gage R and R анализа на производстве. // V Международные научные чтения (памяти В.Ф. Петрушевского). сборник статей международной научно-практической конференции. Европейский фонд инновационного развития – 2016. – С. 29-32

130. Шанта, М.В., Семенова, Е.Г. Методика оценки качества бытовой техники. "Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем". Сборник докладов. ГУАП – 2018, стр. 157-162

131. Шанта, М.В., Семенова, Е.Г.. Система контроля деталей и комплектующих на заготовительном производстве. Моделирование и

ситуационное управление качеством сложных систем. Сборник докладов. ГУАП – 2016, - Стр.136-142

132. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем [Текст] / Р. Шеннон.- Искусство и наука. - М.: Мир, 1978. – 418с.

133. Ястребов, В. А. Методы обеспечения качества программных средств на стадиях жизненного цикла продукции / В.А. Ястребов, Е.Г. Семенова, // Вопросы радиоэлектроники №10, 2017. стр. 80-82.

134. Archer, L. B. Systematic method for designers [Text] / L. B. Archer. - London: Council of Industrial Design.- 1995.

135. Batkovskiy, A.M., Fomina, A.V., Batkovskiy, M.A., Klochkov, V.V., Semenova, E.G. 2016. Implementation risks in investment projects on boosting high-tech business production capacity: Analysis and management. Journal of Applied Economic Sciences. 6 (44). p.1199.

136. Belov, P.G. 2018. Risk management, systematic approach and modeling. Urait. p.250.

137. Bhattacharya, J 2015 Quality risk management – understanding and control the risk in pharmaceutical manufacturing industry International Journal of Pharmaceutical Science Invention 4 (1) 29-41.

138. COSO ERM 2017 EnterpriseRisk Management — Integrating with Strategy and Performance (USA: The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission)

139. Brown, M. G., Svenson, R. A. Measuring R&D productivity // Research technology management. V. 41. № 6. — 1998. — pp. 15 – 21. 169. Werner B.M., Souder W.E. Measuring R&D performance – state of art // Research technology management. - V. 40. № 2. — 1997. — pp. 34 – 42.

140. Brussee, W. Statistics for Six Sigma Made Easy! / W. Brussee // McGraw-Hill Education. –2012. –P. 304.

141. Burmeister, E. Sample size: How many is enough? / E. Burmeister, L. Aitken // Australian Critical Care. – 2012. – 10 p.

142. Colovic G 2014 The garment manufacturers risk assessment –SWOT analyses Journal of textile Science and Engineering p.4-6.
143. Cooper, R.G. Winning at new products. Accelerating the process from idea to launch. – Cambridge (MA): Perseus Publishing, 2001. — p. 27.
144. Dmagic K. Шесть сигм. Краткое руководство желтых поясов. 2012. 136 с.
145. Erika Jankajova, Martin Kotus, Tomas Holota, Martin Zach.2016.Risk assessment of handling loads in production process. Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis. p.451-453
146. Erika Jankajova, Martin Kotus, Tomas Holota, Martin Zach.2016.Risk assessment of handling loads in production process. Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis. p.451-453.
- 147 Risk Management Standard. Brussels: Federation of European risk management association. 2002 (FERMA)
148. Jankajova E, Kotus M, Holota T and Zach M 2016 Risk assessment of handling loads in production process Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis 451-453.
149. Joymalya Bhattacharya. 2015. Quality risk management – understanding and control the risk in pharmaceutical manufacturing industry. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 4 (1). p.29-41
150. Kokar, M.M. Data vs. decision fusion in the category theory framework [Text] / M.M.Kokar, J.A.Tomasik, J.Weyman. In Proceedings of Fusion 2001 – 4th International Conference on Information Fusion, Vol.1, pages TuA3-15 – TuA3-20, 2001.
151. Mehmet Turgut and Alp Ustundag. 2014. A hybrid risk evaluation model for automotive production. International Journal of machine learning and computing. 4(3). p.458-462
152. Mehmet Turgut and Alp Ustundag. 2014. A hybrid risk evaluation model for automotive production. International Journal of machine learning and computing. 4(3). p.458-462.

153. Mittag H., Horst R. Statistical methods of quality insurance. Chapman and Hall/CR, 1993, 664 p.
154. Napolskikh D. Clustering of high-tech industrial production: factors and trends // Journal of Applied Engineering Science, 16 (2). 2015. pp. 166-172.
155. Saaty, T.L., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. [Text] / European Journal of Operation Research, 48(1), 1990.- pp.9-26.
156. Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process [Text] / What it Is and How it is Used. Mathematical Modeling, 9, 1997.- pp.161-176.
157. Semenova, E.G., Smirnova, M.S., Tushavin, V.A. Decision making support system in multi-objective issues of quality management in the field of information technology // Research Journal of Applied Sciences, 9 (12). 2014. pp. 1078-1081.
158. Stock M.K. Putting quality into the R&D process // Research technology management. V. 35. № 4. — 1992. — pp. 16 – 23.
159. Turgut M and Ustundag A 2014 A hybrid risk evaluation model for automotive production International Journal of machine learning and computing 4(3) 458-462
160. Alto Consulting group. Рынок стиральных машин. Текущая ситуация и прогноз 2019-2023 гг. 2019. стр.237 <https://alto-group.ru/otchet/marketing/483-rynok-stiralnyx-mashin-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2015-2019-gg.html> Дата обращения 14.09.2017
161. Sigma Knowledge Engineering Environment [Электронный ресурс] URL: <http://sigmakee.sourceforge.net>. Дата обращения 14.09.2017

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ЖЦ 4	КАРТА ПРОЦЕССА	
ПРОЦЕСС ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ	НАИМЕНОВАНИЕ ПРОЦЕССА	Производство
ЦЕЛЬ ПРОЦЕССА	Обеспечение своевременного и качественного изготовления продукции, соответствующей требованиям договора с заказчиком (потребителем).	
ВЛАДЕЛЕЦ ПРОЦЕССА	Директор	
РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЦЕССА	Начальник производства	
ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА	К3_01_56, К3_01_55	
ДЕЙСТВИЕ, ИСПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА	К3_05_11, К3_05_15, К3_05_16	
КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА	К6_05_33, К6_05_22, К6_05_17	



1. Вход процесса

Основные материалы и полуфабрикаты, покупные комплектующие изделия	ЖЦ3
Изделия, поступившие от потребителей для восстановления и ремонта	ЖЦ7

2. Управляющие воздействия

Целевые показатели по процессу	Генеральный директор
Политика в области качества	Рук. департамента управления качеством
Утвержденные договора	ЖЦ1
Утвержденный план производства	ЖЦ1

Технологические процессы, инструкции, технологический маршрут	ЖЦ4
Комплект конструкторской документации	ЖЦ4, Отдел технической документации
Нормы технологического отхода	ЖЦ4
План по снижению затрат	ЖЦ4
План комплектации	ЖЦ2
Документация по стандартизации	БСт

3. Ресурсы

Информация о календарном фонде рабочего времени	П1
Ресурсы	Коммерческий директор
Технологическое оборудование	П2
Энергетическое оборудование	П2
Здания и сооружения	П2
Оснастка и установки	ЖЦ4
Средства измерения	ЖЦ5
Штатное расписание	П1

4. Анализ данных

Отчеты по результатам аудитов (внутренних, второй, третьей стороной)	Рук. департамента управления качеством
Утвержденные мероприятия по результатам аудитов (внутренних, второй, третьей стороной)	Рук. департамента управления качеством
Предложения по улучшению системы менеджмента качества	Рук. департамента управления качеством
Отчет по мониторингу результативности процесса, мероприятия по повышению результативности	Ген. директор, рук. департамента управления качеством
Отчеты о выполнении мероприятий по результатам аудитов (внутренних, второй, третьей стороной)	Ген. Директор, рук. департамента

	управления качеством
Протоколы проведения «Дней качества»	Рук. департамента управления качеством
Замечания к КД и ТД	ЖЦ 2, ЖЦ4
Предложения по совершенствованию технической процессов, предложения по снижению затрат	ЖЦ4
Потребность на закупку комплектующих и материалов	ЖЦ3
Бюджеты и заявки о потребности в ресурсах	Коммерческий директор
Информация о фактическом выполнении целевых показателей	Генеральный директор
Расчет целевой численности. Заявка на подбор и обучение персонала	П1
Согласованные договора, графики отгрузки	ЖЦ1
График поверки СИ	Главный метролог
Заблокированный материал во время входного контроля, полуфабрикаты, комплектующие, материалы	ЖЦ4, отдел качества

5. Выход процесса

Продукция, соответствующая КД	ЖЦ1, ЖЦ7
Продукция для проведения периодических испытаний	ЖЦ6

ЦЕЛЬ ПРОЦЕССА	КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА	МЕТОДИКА РАССЧЕТА КРИТЕРИЯ
Обеспечение своевременность поставки продукции	Выполнение плана производства	$K_1 = \frac{N_1}{N_2} * 100\%$, где N ₁ – количество сданной продукции по факту точно в срок (шт. и тыс. руб) N ₂ – запланированное количество продукции к сдаче (шт. и тыс. руб)
Обеспечить качество производства продукции	Оценка внутреннего показателя качества: взвешенный уровень ошибок, проверка ОТК	$K_2 = \frac{N_3 * N_4}{N_5} * 1000000$, где N ₃ – количество дефектов; N ₄ – вес ошибки; N ₅ – количество проверенных приборов/деталей

	Оценка внешнего показателя качества: уровень технических отказов	$K3 = \frac{N6}{N7} * 1000000$, где N6 – количество обращений потребителей в сервисную службу N7 – количество произведенной продукции
	Оценка качества производства изделий по результатам проведения периодических, типовых испытаний на соответствие требованиям технического задания и действующей нормативной документации (ФПУ)	$K4 = \left(1 - \frac{N8}{N9}\right) * 100\%$, где N8 – количество готовой продукции, отказавшей на испытании (шт) N9 – общее количество готовой продукции, поставленной на испытания (шт)
	Оценка уровня непроизводительных расходов при производстве продукции, %	$K5 = \frac{C1}{C2} * 100\%$, где C1 – потери от несоответствующей продукции, тыс.руб. C2 – себестоимость произведенной продукции по факту, тыс.руб.
Обеспечить рентабельность производства продукции	Оценка рентабельности производства, %	$K6 = \frac{N10}{N11} * 100\%$, где N10 – прибыль, полученная от продаж продукции N11 – выручка, полученная от продаж продукции

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА	Ежеквартально
СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ С ЗАКЛЮЧЕНИЕМ ВЛАДЕЛЬЦА ПРОЦЕССА	До 5 числа месяца, следующего за отчетным периодом

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Утверждаю

Директор по качеству

ООО БСХ Бытовые приборы

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ **«Система менеджмента измерений»** **СТО 0.4-2018**

Разработчик: М.В. Шанта

Количество страниц документа 13

Санкт – Петербург, 2018

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к порядку внедрения и поддержания в рабочем состоянии системы менеджмента измерений производства бытовой техники.

1.2 Требования стандарта предназначены для выполнения сотрудниками всех отделов предприятия.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на нормативные документы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень нормативных документов

№	Код документа	Наименование документа
1	ГОСТ ГОСТ Р 1.0 – 2012	Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.
2	ГОСТ Р 1.12 – 2004	Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.
3	ГОСТ Р ИСО 9000-2015	Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
4	ГОСТ Р ИСО 9001 - 2015	Системы менеджмента качества. Требования
5	ГОСТ Р 1.4-2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
6	ГОСТ Р ИСО 19011-2012	Руководящие указания по аудиту систем менеджмента.
7	ГОСТ Р 8.000 - 2015	Государственная система обеспечения единства измерения. Основные положения
	ГОСТ Р ИСО 10012-2008	Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию

3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

В стандарте применены термины по ГОСТ Р 1.0, ГОСТ Р 1.12, ГОСТ Р 8.000 – 2015, ГОСТ Р ИСО 9000-2015, ГОСТ Р ИСО 10012-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

СТО - стандарт организации

СМК – система менеджмента качества: часть системы менеджмента применительно к качеству;

СИ – средство измерения;

Система менеджмента измерений (measurement management system) - совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, необходимых для достижения метрологического подтверждения пригодности и управления процессами измерения;

Процесс измерения - совокупность операций, проводимых с целью определения значения величины.

Аудит - систематический, независимый и документируемый процесс получения объективных свидетельств и их объективного оценивания для установления степени соответствия критериям аудита.

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Цели процесса внедрения системы менеджмента измерений производства бытовой техники:

- определение требований потребителя к измерениям;
- разработка системы менеджмента измерений, включающая в себя оценку измерительной системы на предмет сходимости и воспроизводимости результатов;
- удовлетворенность потребителя.

4.2 Результаты процесса:

- структурированный набор требований, определенный заказчиком;
- организация учета СИ;

- организация поверки и калибровки СИ;
- идентификация СИ;
- обеспечение точности измерений;
- контроль.

4.3 Проведение оценки обосновано:

- необходимостью обеспечения качества процесса производства бытовой техники;
- необходимостью обеспечения точности измерений производимой продукции, своевременной калибровки средств измерений, организации оценки состояния работ по метрологическому обеспечению.

4.4 Периодичность оценки

Регулярность проведения оценки работы системы метрологического обеспечения регламентируется соответствующей программой аудитов, которая утверждается начальником аудируемого участка и директором по качеству организации (Приложение А).

5. ПОРЯДОК ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

5.1 Подготовка

Подготовка к внедрению системы менеджмента измерений включает:

- разработку плана и регламента внедрения;
- определение ответственных за измерительное оборудование;
- проведение инструктивного совещания.

5.2 Описание процесса внедрения системы менеджмента измерений

При внедрении системы менеджмента измерений осуществляются следующие этапы:

- создание базы данных СИ с указанием наименования, заводского номера, диапазона измерений, погрешности, номера сертификата

калибровки, участка хранения/использования, ответственного за участок хранения/использования (Приложение Б);

- создание базы данных по отслеживанию СИ с указанием общего количества СИ, количества заблокированных, сломанных и утилизированных СИ, индикаторов, а так же СИ, находящихся в процессе калибровки (Приложение В);;

- отслеживание статуса СИ (дата последней калибровки/ дата последующей калибровки);

- маркировка СИ;

- внедрение анализа «Gage R and R»;

- разработка системы аудита процесса метрологического обеспечения на предмет сходимости и воспроизводимости результатов измерения.

Трактовка результатов аудита производится согласно приложению Г. В случае неудовлетворительных результатов в ходе аудита (>30%), проводится анализ корневых причин, после чего должен быть запланирован повторный аудит, который подтвердит, что меры были эффективными.

5.3 Подготовка, утверждение и рассылка документа по подготовке и результатам проведения аудита

Документ по подготовке и результатам проведения аудита должен содержать:

- план аудита измерительного оборудования на год, сформированный на недельной основе с пометкой о текущем статусе проведения (запланировано/реализовано/отменено),

- наименование процесса,

- название детали,

- характеристика параметра, который необходимо измерить,

- СИ при помощи которого производится измерение,

- результаты измерений,

- рекомендации
- список рассылки
- подпись руководителя участка, на котором производился аудит измерительного оборудования
- подпись директора по качеству
- подпись сотрудника, производившего планирование аудита измерительного оборудования.

Пример заполнения формы с результатами отчета по подготовке и проведению аудита процесса метрологического обеспечения приведен в приложении Д.

6. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПИСЯМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ

6.1 Программа проведения аудита системы менеджмента измерительного оборудования

Программа проведения аудита системы менеджмента измерительного оборудования производства бытовой техники оформляется согласно форме отчета, представленного в приложении А. Пересмотр и корректировка проведения программы аудитов производится на ежегодной основе.

6.2 Материалы отчета

Материалы отчета представляют собой заполненные формы документа по подготовке и результатам проведения аудита системы менеджмента измерительного оборудования производства, выполненный в оцениваемый период, по одной форме на каждое оборудование, производящее детали и комплектующие.

6.3 Результаты оценки

Результаты оценки представляют собой сводную таблицу результатов аудитов всего производственного оборудования компании, выполненных за год, оформленных согласно приложению А. Единая

форма документа является дополнением к отчету годовой оценки результативности СМК предприятия.

7. ПОЛНОМОЧИЯ, ОБЯЗАННОСТИ, ТРЕБОВАНИЯ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ АУДИТОРОВ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ОЦЕНКУ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

В процессе реализации программы аудита осуществляется оценка системы менеджмента измерений, потребности и ожидания заинтересованных сторон, совокупности возникающих рисков при производстве деталей и комплектующих с отклонениями по геометрии от норм, зафиксированных в спецификации, а также уровень достигнутого развития системы менеджмента измерений и др.

В процессе осуществления мониторинга программы аудита директором по качеству оцениются следующие параметры:

- данные, полученные в ходе аудита
- квалификацию лиц, производящих аудит
- обратную связь от руководителя аудируемого отдела
- текущий уровень результативности СМК и пр.

Члены аудиторской группы должны обладать следующими навыками: знания, необходимые для реализации аудитов, осведомленность и способность к анализу ситуаций, умение взаимодействовать, готовность воспринимать альтернативные точки зрения, открытость, самостоятельность и пр.

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Следующие информационные ресурсы необходимы для успешной реализации аудитов системы менеджмента измерений производства бытовой техники: данные чек-листов, результаты проведения предыдущих аудитов.

9. ТРЕБОВАНИЯ К РЕСУРСАМ

В ходе осуществления аудитов работы системы менеджмента измерений требуется следующее ресурсное обеспечение: измерительное и тестовое оборудование, а также информационные и коммуникационные технологии.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Документ по подготовке и результатам проведения аудита

Организация:					План аудита Gage R and R производственного оборудования																													
Последнее обновление:					<input type="checkbox"/> П <input type="checkbox"/> Запланирован				<input type="checkbox"/> О <input type="checkbox"/> Отменен																									
Результат:					0>				<10>				>30				<input type="checkbox"/> Р <input type="checkbox"/> Реализован																	
Процесс	Название детали	Характеристика	СИ	Результат	Январь					Февраль					Март				Апрель				Май											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22								
План создал:					Согласовано:											Согласовано:																		
Инженер по качеству:					Начальник участка											Директор по качеству:																		
Дата, подпись					Дата, подпись											Дата, подпись																		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

База данных учета средств измерения

База данных учета средств измерения											
№	Наименование	Заводской номер	Диапазон измерений	Погрешность	Номер сертификата калибровки	Участок	Ответственный	Дата последней калибровки	Статус	Повторитель	Дата следующей калибровки
1	Штангенциркуль	FPDA121L	0-150 мм	±0,05мм	148/10	PD	Степанов Н.	04.02.2018	Откалибровано	Тест СПБ	04.02.2019
2	Внутренний микрометр	FQM261F	100-900 мм, ЦД 0,01	±0,02мм	150/11	QM	Иванов К.	16.01.2018	Откалибровано	Тест СПБ	16.01.2019
3	Термометр Testo 925	FME261L	50°...100°C	±0,1°C	161/12	ME	Михеев Н.	11.09.2017	Заблокировано	Тест СПБ	11.10.2018

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример таблицы отслеживания СИ

Учет СИ на предприятии									01.05.18	
Предприятие	Всего:	Индикаторов	Средств измерений	Не откалибровано	В процессе	Утеряно	Заблокировано	Сломано	Консервация	Удалено/Утилизировано
ООО БСХ Бытовые приборы	1345	438	1172	0	12	127	266	11	29	0

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Трактовка результатов аудита системы менеджмента измерений

Процент оценки отклонения в процессе	Критерии
Меньше, чем 10%	Система измерений считается достоверной
Между 10% и 30%	Оценка системы может считаться приемлемой. Целесообразность корректировки оценивается исходя из сложности инструмента, стоимости прибора или его ремонта, а так же могут браться во внимание др. факторы
Больше, чем 30%	Система измерений не действительна и требует доработок

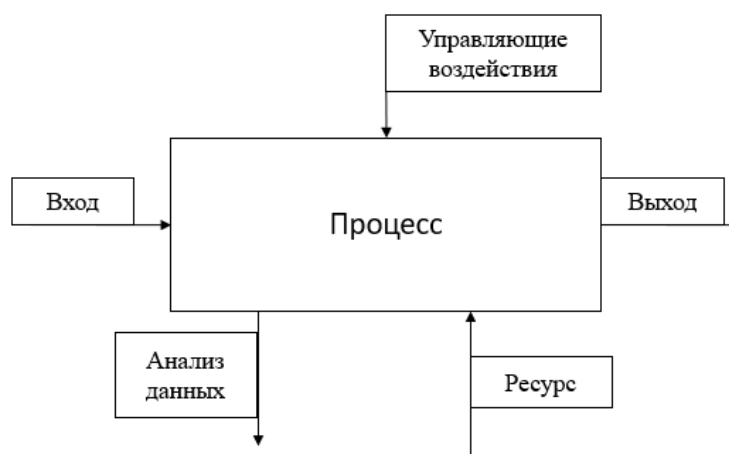
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример заполненного документа по подготовке и результатам проведения аудита

План аудита Gage R and R производственного оборудования																																													
Последнее обновление:		12.12.2018				П Запланирован				О Отменен																																			
Результат:		0> <10> >30				P Реализован																																							
Процесс	Название детали	Характеристика	СИ	Результат	Январь					Февраль				Март			Апрель				Май																								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																			
Штамповка	корпус	ширина	штангенциркуль	>30%													P																												
	корпус	длина	штангенциркуль	23.33%				P																																					
	корпус	отверстия для кабель канала	цифровой штангенциркуль	27.69%													P																												
План создал:					Согласовано:											Согласовано:																													
Инженер по качеству: Степанов Н. <small>Дата подписи</small>					Начальник участка Крупнов И. <small>Дата подписи</small>											Директор по качеству: Смирнов А. <small>Дата подписи</small>																													

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ЖЦ 4	КАРТА ПРОЦЕССА	
ПРОЦЕСС ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ	НАИМЕНОВАНИЕ ПРОЦЕССА	Внедрение системы менеджмента измерений
ЦЕЛЬ ПРОЦЕССА	Обеспечение своевременного и качественного изготовления продукции, соответствующей требованиям договора с заказчиком (потребителем).	
ВЛАДЕЛЕЦ ПРОЦЕССА	Директор	
РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЦЕССА	Руководитель департамента управления качеством	
ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА	K5_01_20, K5_01_33	
ДЕЙСТВИЕ, ИСПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА	K5_03_11, K5_03_15	
КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА	K6_03_11, K6_03_22, K6_03_17	



1. Вход процесса

Основные материалы и полуфабрикаты, покупные комплектующие изделия	ЖЦ3
Изделия, поступившие от потребителей для восстановления и ремонта	ЖЦ7

2. Управляющие воздействия

Целевые показатели по процессу	Генеральный директор
Политика в области качества	Рук. департамента управления качеством

Технологические процессы, инструкции, чек - листы	ЖЦ4
Комплект конструкторской документации	ЖЦ4, Отдел технической документации
Нормы технологического отхода	ЖЦ4
Документация по стандартизации	БСт

3. Ресурсы

Информационные и коммуникационные технологии	IT
Ресурсы	Коммерческий директор
Тестовое оборудование	ЖЦ5
Средства измерения	ЖЦ5
График аудитов	ЖЦ5

4. Анализ данных

Отчеты по результатам аудитов	Рук. департамента управления качеством
Утвержденные мероприятия по результатам аудитов	Рук. департамента управления качеством
Предложения по улучшению качества измерений	Рук. департамента управления качеством
Отчеты о выполнении мероприятий по результатам аудитов	Ген. Директор, рук. департамента управления качеством
Предложения по совершенствованию чек-листов	Рук. департамента управления качеством
Замечания к КД и ТД	ЖЦ 2, ЖЦ4
Предложения по совершенствованию технических процессов	ЖЦ4
Информация о фактическом выполнении целевых показателей	Генеральный директор

Оценку измерительной системы на предмет сходимости и воспроизводимости результатов	Рук. департамента управления качеством
График поверки СИ	Главный метролог
Результаты отслеживания статуса СИ (заблокировано, сломано, откалибровано...)	ЖЦ4, отдел качества

5. Выход процесса

Продукция, соответствующая КД	ЖЦ1, ЖЦ7
Организация учета СИ	Главный метролог
Организация поверки и калибровки СИ	Главный метролог
Идентификация СИ	Главный метролог
Обеспечение точности измерений	Главный метролог

ЦЕЛЬ ПРОЦЕССА	КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА	МЕТОДИКА РАССЧЕТА КРИТЕРИЯ
Обеспечение своевременность калибровки	Выполнение плана по своевременной калибровке (количество откалиброванных СИ на общее количество приборов в процентном соотношении)	$K_1 = \frac{N_1}{N_2} * 100, \%$, где N_1 – количество откалиброванных СИ N_2 – общее количество СИ
Обеспечить качество производства продукции на заготовительном производстве	Оценка показателя, отвечающего за количество бракованной продукции по причине неправильной геометрии	$K_2 = \frac{N_3}{N_4} * 100, \%$, где N_3 – количество дефектных компонентов; N_4 – общее количество произведенных компонентов
Оценка измерительной системы	Анализ сходимости и воспроизводимости результатов измерений	Программное обеспечение Minitab

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА	Ежеквартально
СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ С ЗАКЛЮЧЕНИЕМ ВЛАДЕЛЬЦА ПРОЦЕССА	До 5 числа месяца, следующего за отчетным периодом



УТВЕРЖДАЮ

Директор завода

ООО «Аристон Термо Русь»

В.Кузнецов

20/8.



АКТ РЕАЛИЗАЦИИ

результатов диссертационной работы ШАНТА Марины Владимировны «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

Комиссия в составе:

Председатель –

руководитель отдела качества – Вдовенко Н.Н.

Члены комиссии:

инженер по качеству на производстве – Краснов Т.А.

специалист по системе менеджмента качества – Гайсин Р.Р.

составили настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники» Шанта М.В., представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции:

- квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, основанная на анализе потребительских свойств продукции, включающая в себя развернутую номенклатуру показателей оценки технического уровня продукции

Общество с ограниченной ответственностью «Аристон Термо Русь»
Российская Федерация, 188676, Ленинградская область, Всеволожский район, г. Всеволожск,
Производственная зона города Всеволожска, ул. Индустриальная, д. № 9, лит. А.
Тел.: +7 (812) 332-81-02 Факс: +7 (812) 332-81-01
www.aristonthermo.com

ARISTON THERMO GROUP

использованы в ООО «Аристон Термо Русь».

Использование результатов диссертационного исследования позволило исключить из производства модельный ряд производимой продукции с недостаточным техническим уровнем, что обеспечило повышение уровня конкурентоспособности предприятия на 4%, общий показатель уровня защищенности производственной линии сборки от возникновения рисков (Rg) был улучшен с среднего уровня риска (0,30) до низкого уровня риска (0,1), что повысило внешний показатель, отвечающий за качество конечного продукта на 5%.

Председатель комиссии



Вдовенко Н.Н.

Члены комиссии



Краснов Т.А.

Гайсин Р.Р.

Общество с ограниченной ответственностью «Аристон Термо Русь»
Российская Федерация, 188676, Ленинградская область, Всеволожский район, г. Всеволожск,
Производственная зона города Всеволожска, ул. Индустриальная, д. № 9, лит. А.
Тел.: +7 (812) 332-81-02 Факс: +7 (812) 332-81-01
www.aristonthermo.com

ARISTON THERMO GROUP

АКТ РЕАЛИЗАЦИИ

результатов диссертационной работы ШАНТА Марины Владимировны «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники»

Комиссия в составе:

Председатель – Сыромятникова А.А.

руководитель отдела качества – Гуляев П. С.

Члены комиссии:

руководитель группы по качеству ремонтов – Шевардин Н. С.

специалист по системе менеджмента качества – Фомина К. А.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники» Шанта М.В.:

формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, включающая в себя оценку воспроизводимости и сходимости результатов измерений на базе «Gage R&R» анализа и разработку системы аудита процесса метрологического обеспечения при производстве бытовой техники

использованы в ООО «ЛЕНРЕМОНТ» в процессе подготовки измерительного оборудования для оценки качества бытовой техники.

Использование результатов диссертационного исследования обеспечило повышение уровня точности измерительного оборудования, предназначенного для ремонта бытовой техники, что повысило качество производимых ремонтов и привело к улучшению внутреннего показателя по оценке качества ремонтов бытовой техники на 6%, внедрение системы менеджмента измерений на производстве бытовой техники улучшило показатели плана своевременной калибровки на 8%.

Председатель комиссии

19.11.2018

Сыромятникова А.А.

Члены комиссии

Шевардин Н. С.

Фомина К. А.

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор

Сорокин Д. Н.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ»

Х. Мандалы

«08» 02 2019 г.



АКТ РЕАЛИЗАЦИИ

результатов диссертационной работы ШАНТА Марины Владимировны «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

Комиссия в составе:

Председатель –

руководитель департамента управления качеством – А. Корякина

Члены комиссии:

руководитель группы по качеству на производстве – А. Мадоян

координатора направления совершенствования качества

для потребителя – С. Бакесова

составили настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники» Шанта М.В., представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции:

- квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, включающая в себя расширенную и дополненную номенклатуру показателей оценки технического уровня;

- формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений технических характеристик;
- организационно-методические рекомендации по системе аудита процесса метрологического обеспечения в производстве бытовой техники;
- процедура мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла;
- методика оценки рисков возникновения несоответствий по качеству продукции при производстве бытовой техники

использованы в ООО «БСХ БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ».

Использование результатов диссертационного исследования обеспечило повышение уровня конкурентоспособности на 3%, снижения уровня брака на заготовительном производстве и сборочной линии на 7%, улучшение внутреннего показателя по оценке качества продукции (уровень взвешенных ошибок) на 6%, улучшение внешнего показателя (количество обращений на число произведенной продукции) на 7%, гарантийные затраты сокращены на 5%. Применение разработанных моделей и процедур контроля и обеспечения качества продукции на производстве бытовой техники обеспечило повышение результативности СМК с достаточного уровня (0,7) до высокого (0,9).

Председатель комиссии

А. Корякина

Члены комиссии

А. Мадоян

С. Бакесова



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»
(ГУАП)

Санкт-Петербург

№ _____

Утверждаю
Ректор ГУАП
Ю.А. Антохина

«14» 06 2019 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ
результатов диссертационной работы
Шанта Марины Владимировны
**Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой
техники**

Комиссия в составе:

Председатель – заместитель директора института ФПТИ С.А. Назаревич

Члены комиссии:

доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества В.М. Милова

доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Я.А. Щеников

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Модели и процедуры контроля и обеспечения качества при производстве бытовой техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук:

- квалиметрическая модель оценки технического уровня бытовой техники, основанная на анализе потребительских свойств продукции, включающая в себя развернутую номенклатуру показателей оценки технического уровня продукции;
- формализованная процедура внедрения системы менеджмента измерений, включающая в себя оценку воспроизводимости и сходимости результатов измерений на базе «Gage R&R» анализа и разработку системы аудита процесса метрологического обеспечения при производстве бытовой техники;
- процедура мониторинга качества бытовой техники на этапах жизненного цикла продукции с обоснованием методов и инструментов управления

качеством на этапах жизненного цикла бытовой техники, в состав которой входит алгоритм мониторинга процессов менеджмента качества;

- методика оценки рисков при производстве бытовой техники, основанная на анализе рисков обнаружения несоответствий по качеству продукции;

использованы в деятельности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Материалы диссертационной работы Шанта Марины Владимировны были использованы в учебном процессе в дисциплинах «Организация и технология испытаний», «Основы технического анализа промышленной продукции», «Инструменты управления качеством», читаемых на кафедре №5 Инноватики и интегрированных систем качества для студентов направлений «Стандартизация и метрология» и «Управление качеством» уровня бакалавриата.

Председатель комиссии

Заместитель директора института ФПТИ

канд. техн. наук, доцент

С.А. Назаревич

Члены комиссии:

Доцент кафедры
инноватики и интегрированных систем качества
канд. техн. наук, доцент

В.М. Милова

Доцент кафедры
инноватики и интегрированных систем качества
канд. техн. наук, доцент

Я.А. Щеников