

На правах рукописи

ТЕМАСОВА ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ И МЕТОДОВ
МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование
для агропромышленного комплекса

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре метрологии, стандартизации и управления качеством Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Научный консультант: **Леонов Олег Альбертович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Официальные оппоненты: **Кушнарев Леонид Иванович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МТ-13 ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».
Михальченков Александр Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет».
Тимашов Евгений Петрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Защита состоится «20» июня 2024 г. в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел./факс: +7(499)976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.03,
кандидат технических наук, доцент

Николай Николаевич Пуляев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время в Российской Федерации возникла необходимость увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции. Одним из основных факторов, влияющих на развитие сельскохозяйственной отрасли, является уровень механизации. Сегодня существует проблема критической недостаточности и высокой степени износа сельскохозяйственной техники в России. Необходимо принять срочные меры для обновления, модернизации и регулярного восстановления работоспособности парка сельскохозяйственной техники. Модернизация и качественный ремонт сельскохозяйственной техники является неотъемлемой частью стратегии развития нашей страны в сфере сельского хозяйства. Это поможет улучшить продуктивность, обеспечить продовольственную безопасность и сделать отечественное сельское хозяйство конкурентоспособным на мировом рынке.

Развитие сельскохозяйственного машиностроения в России является одной из главных задач, решение которой направлено на достижение высокой доли присутствия отечественных производителей сельскохозяйственной техники на внутреннем и внешнем рынках. По прогнозам специалистов, к 2030 году производство сельскохозяйственной техники должно увеличиться в 3 раза по сравнению с текущими показателями. Но чтобы достичь эти цели необходимо обеспечить высокое качество как новых машин, так и прошедших ремонт и техническое обслуживание. Одним из реальных путей повышения качества, надежности и конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной техники в процессе эксплуатации является формирование системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса техники АПК.

Диссертационное исследование посвящено научному обоснованию приоритетных направлений совершенствования инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК.

Степень разработанности поставленных проблем. Зарубежные ученые и специалисты проблемы обеспечения качества в производственном процессе начали детально изучать в конце 50-х годов прошлого века. Э. Деминг, Дж. Джуран, К. Исикава, Ф. Кросби, А. Фейгенбаум, Дж. Харрингтон, У. Шухарт и другие зарубежные ученые и специалисты внесли значительный вклад в разработку проблем, связанных с обеспечением качества.

Несколько позже отечественные специалисты начали рассматривать вопросы обеспечения и управления качеством в процессе производства. Среди отечественных ученых, совершенствующих методы управления качеством, следует отметить работы Ю.П. Адлера, Г.Г. Азгальдова, В.Г. Версан, А.В. Гличева, Д.С. Демиденко, Е.М. Карлика, Ю.А. Куликова, В.П. Панова, К.М. Рахлина, Л.Е. Скрипко и других.

Организационным, научным и методическим вопросам обеспечения качества при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники посвящены работы Ю.Н. Артемьева, И.Г. Голубева, О.Н. Дидманидзе, А.С. Дорохова, М.Н. Ерохина, Н.Е. Зимина, А.И. Иванова, П.А. Карепина, Ю.А. Конкина,

В.Н. Кузьмина, Л.И. Кушнарева, И.С. Левитского, О.А. Леонова, В.Я. Лимарева, В.Н. Пальчик, А.Г. Пастухова, Е.А. Пучина, В.А. Семейкина, И.С. Серого, М.В. Сушкевич, М.А. Халфина, В.И. Черноиванова, Н.Ж. Шкарубы и других. Рассматриваемые авторами подходы к организации контроля качества на предприятиях технического сервиса АПК необходимо совершенствовать с учетом требований международных и государственных стандартов качества, системы менеджмента качества, современных методов контроля и диагностики, использованием новых информационных технологий и средств измерений.

Вопросы организации системы мониторинга брака и потерь при допусковом контроле на предприятиях технического сервиса АПК изучены недостаточно, отсутствует единый терминологический и понятийный аппарат, принципы классификации и выявления категорий брака, а также методы их оценки и анализа.

Цель и задачи исследования. Цель исследования состоит в разработке и внедрении системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, которая будет способствовать повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Для достижения цели были поставлены следующие основные задачи:

обосновать необходимость совершенствования инструментов и методов мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, что позволит определить области, где существуют проблемы и потери, и разработать соответствующие решения;

сформировать направления для совершенствования системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, разработать новые подходы к контролю качества и внедрение передовых технологий, которые помогли бы улучшить производственные процессы;

разработать интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака при допусковом контроле и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска, составить классификацию видов брака при допусковом контроле;

обосновать контрольные точки и места формирования экономических потерь при допусковом контроле;

составить классификацию внешних и внутренних потерь и разработать методику оценки потерь от внутреннего и внешнего брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

усовершенствовать инструменты контроля для оценки внутренних и внешних потерь предприятий технического сервиса АПК;

разработать методику расчета комплексного показателя качества процесса; рассчитать исполнительные и предельные размеры калибра-скобы для контроля размеров коренной и шатунной шеек коленчатых валов и калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ;

рассчитать внутренние и внешние потери от брака по процессам предприятий технического сервиса АПК;

рассчитать экономическую эффективность мероприятий по организации мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК.

Предмет и объект исследования. Предметом исследования являются теоретические и практические проблемы организации системы мониторинга брака и потерь на различных этапах производственного цикла ремонта техники на предприятиях технического сервиса АПК.

Объектом исследования являются процессы предприятий технического сервиса АПК с позиции обеспечения качества.

Методы исследований. Для решения поставленных задач использовались такие методы научного познания, как анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование, наблюдение, методы обобщения, функциональной классификации, сравнительного и структурного анализа. Для проектирования модели процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса АПК применялся метод IDEF0 (Function Modeling – метод функционального моделирования). Для обработки экспериментальных данных использовались методы теории вероятностей, математической статистики, стандартные и специально разработанные алгоритмы.

Достоверность результатов исследования. В теоретических исследованиях достоверность результатов обеспечена изучением и анализом ранее выполненных работ в области обеспечения качества при эксплуатации и ремонте техники в сельском хозяйстве, машиностроении и других отраслях. Представленные результаты исследования могут быть использованы для разработки стратегий снижения потерь и повышения эффективности производственного цикла в сфере ремонта машин. В экспериментальных исследованиях достоверность результатов расчетов гарантирована применением стандартных методик обработки статистических данных и использованием современного программного обеспечения.

Научная новизна исследования заключается в совершенствовании инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК.

К числу основных результатов, определяющих новизну диссертационного исследования, относятся:

1. Составлена цифровая функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса АПК в нотации IDF0 и разработана система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса.

2. Получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска.

3. Составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле деталей в ремонтном производстве в зонах исправимого и неисправимого брака.

4. Обоснованы контрольные точки и места формирования потерь от погрешностей измерения в процессе контроля качества. Контрольные точки

формирования потерь: дефектация деталей на группы годных и требующих ремонта; дефектация деталей на группы требующих ремонта и негодных; контроль восстановленных деталей; входной контроль новых запасных частей поступающих на комплектование агрегатов и сборочных единиц; контроль качества отремонтированной техники.

5. Составлена классификация внешних и внутренних потерь от брака и получены математические зависимости для оценки величин потерь от брака по процессам предприятий технического сервиса АПК. Разработана комплексная методика оценки потерь от брака.

6. Усовершенствованы классические инструменты контроля качества, которые будут применяться для оценки внутренних и внешних потерь от брака предприятий технического сервиса АПК.

7. Разработана методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса. Получены математические зависимости для расчета комплексного показателя качества процесса.

8. Проведен расчет исполнительных и предельных размеров калибраскобы и калибра-пробки для контроля размеров деталей, применение которых снизит трудоемкость и повысит точность контроля.

9. Разработана математическая модель оценки процессов предприятий технического сервиса АПК по эффективности и результативности, которая позволяет количественно оценить эффективность и результативность процесса и сравнивать различные варианты повышения его качества.

Практическая значимость работы заключается в повышении эффективности и результативности процессов предприятий технического сервиса АПК за счет следующих научно обоснованных мероприятий:

внедрения разработанного контрольного листка процесса дефектации коленчатого вала, который можно с успехом применить на других ответственных деталях;

реализации методики расчета брака при допусковом контроле в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска;

совместного применения контрольных карт и гистограмм для оценки брака и внутренних потерь, а также применения диаграммы Парето для оценки внешних потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК;

применения методики расчета комплексного показателя качества процесса для оценки динамики уровня качества во времени;

внедрения методики расчета внешних и внутренних потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

применения разработанных калибров для контроля размеров коренных и шатунных шеек после шлифовки под ремонтный размер.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в том, что обоснованы теоретические и методические разработки, выводы и практические рекомендации по совершенствованию системы

мониторинга брака и потерь для предприятий технического сервиса АПК. Математически описана модель формирования вероятностей появления годных и бракованных деталей, а также неправильно принятых и неправильно забракованных в допусковом контроле при условии смещения центра настройки процесса в сторону исправимого брака. Сформирована методика оценки потерь от внутреннего и внешнего брака, применение которой позволит своевременно выявить несоответствия процессов и разработать мероприятия по снижению риска возникновения брака в дальнейшем, что повысит эффективность и результативность процессов предприятий технического сервиса АПК.

Реализация результатов исследования. Результаты исследования, в качестве рекомендаций, используются для совершенствования инструментов и методов мониторинга брака и потерь, а также повышения эффективности и результативности процессов предприятий технического сервиса АПК.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований рассмотрены и внедрены в ООО «Завод «АГРОМАШ», ООО «КЗ «Ростсельмаш», ООО «КАР АЦ», филиале «Звезда столицы» АО «Рольф», что подтверждается соответствующими актами.

Результаты исследований используются в учебном процессе, в частности, в разработанном автором учебном пособии «Статистические методы в управлении качеством» изложены новые подходы по оценке и анализу потерь от брака. Основные положения работы используются при чтении лекции и проведении практических занятий по дисциплинам «Логистика технического сервиса», «Статистические методы в управлении качеством», «Экономика качества», «Оценка работ по стандартизации и метрологии» направлений 35.03.06 «Агроинженерия», 27.03.02 «Управление качеством», 27.04.01 «Стандартизация и метрология».

Положения, выносимые на защиту:

интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска;

классификация видов брака при допусковом контроле деталей в ремонтном производстве в зонах исправимого и неисправимого брака;

классификация внешних и внутренних потерь от брака;

математические зависимости для оценки величины потерь от внутреннего и внешнего брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

усовершенствованные классические инструменты контроля качества для оценки величины брака, внутренних и внешних потерь от брака на ремонтных предприятиях АПК;

методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса;

математическая модель оценки эффективности и результативности процессов предприятий технического сервиса АПК.

Степень достоверности и апробации результатов. Основные положения и результаты исследований обсуждены и одобрены на: V Международной научной конференции «Модернизация, Инновации, Прогресс» (г. Красноярск, 2023 г.); IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» (г. Тула, 2023 г.); II Всероссийской научной конференции «Наука, технологии, общество - НТО-II-2022» (г. Красноярск, 2022 г.); III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» (г. Тула, 2022 г.); II Международной конференции по современным достижениям в области материаловедения и технологий «Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, CAMSTech-II 2021» (г. Красноярск, 2021 г.); Семинаре «Чтения академика В. Н. Болтинского» (г. Москва, 2022 г.); Национальной научно-практической конференции «Состояние, проблемы и перспективы развития современной науки» (Брянск, 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития» (Красноярск, 2021 г.); Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященная 155-летию РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2021 г.).

Публикации. Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в 48 научных трудах общим объемом 56,52 п.л., в том числе в двух монографиях, в двух учебно-методических пособиях, в 40 статьях (14 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций) и тезисов докладов, имеется четыре свидетельства на базы данных.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 174 наименования, в том числе 17 на иностранном языке, и приложения. Объем диссертации – 209 страниц машинописного текста. Диссертационная работа проиллюстрирована 41 рисунком и поясняется 48 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, а также научная новизна и практическая значимость научных результатов.

В первой главе проведен анализ состояния парка сельскохозяйственной техники в России, комплексных инструментов и методологии улучшения качества, рассмотрены виды и методы статистического регулирования качества технологических процессов, показатели возможностей процесса, практика применения контрольных карт для статистического управления процессом, проведен анализ системы мониторинга потерь от брака на предприятиях

технического сервиса агропромышленного комплекса, сделаны выводы, на основании которых определена цель и поставлены задачи исследования.

Современное состояние парка сельскохозяйственной техники в России характеризуется рядом показателей: парк сельскохозяйственной техники состоит из широкого спектра машин и оборудования, включая тракторы, комбайны, сеялки, культиваторы, опрыскиватели, косилки и другие машины. В последние годы наблюдается увеличение количества и разнообразия машин, адаптированных к различным климатическим условиям и типам почв; средний возраст сельскохозяйственной техники остается высоким – около 10-15 лет. Это означает, что значительная часть парка уже устарела и нуждается в обновлении. В последние годы наметилась тенденция к обновлению парка, особенно в отношении тракторов и комбайнов, но тем не менее значительная часть техники нуждается в капитальном ремонте.

В связи с этим обеспечение качества сельскохозяйственной техники в процессе ремонта является актуальным. Использование качественных запасных частей является ключевым фактором для обеспечения надежности и долговечности отремонтированной сельскохозяйственной техники. Организация эффективной системы мониторинга брака и потерь на всех этапах ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники позволяет минимизировать риски возникновения дефектов и повысить удовлетворенность клиентов. Статистическое регулирование качества технологических процессов предприятий технического сервиса АПК позволяет своевременно выявить риски возникновения брака и минимизировать потери от брака.

Система мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса является важным аспектом управления качеством. Система позволит предприятиям более точно определить причины возникновения брака и потерь, а также принять меры для их устранения.

Кроме того, важно проводить систематические исследования и анализировать данные о качестве продукции. Это позволяет выявить тенденции и проблемные области, а также принять меры для их устранения.

Организация системы мониторинга брака и потерь, внедрение системы управления качеством, проведение исследований и анализ данных о качестве, а также учет мнения потребителей – все это важные шаги на пути к повышению качества продукции и улучшению конкурентоспособности предприятий.

Во второй главе рассмотрена возможность применения процессного подхода при мониторинге брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, определены характеристики процесса технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, составлена функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса и разработан механизм мониторинга потерь от брака, который включает в себя расчет вероятности возникновения брака, получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно

середины поля допуска, составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле, обоснованы контрольные точки и места формирования экономических потерь при ремонте сельскохозяйственной техники, составлена классификация внешних и внутренних потерь, разработана методика оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники.

Организация системы мониторинга брака и потерь включает в себя 5 этапов, которые представлены на рисунке 1.

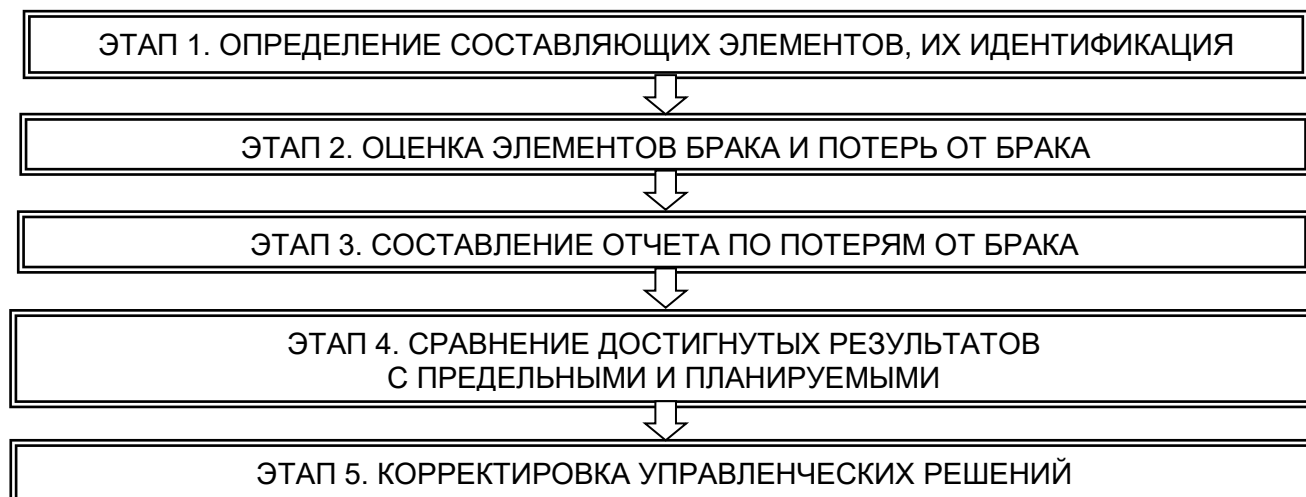


Рисунок 1 – Этапы организации системы мониторинга брака и потерь

Объектами мониторинга брака и потерь являются процессы предприятий технического сервиса АПК, на рисунке 2 показана разработанная функциональная модель основного процесса, для которого были определены основные характеристики.

Это позволило построить классификационную модель брака при допусковом контроле деталей типа «вал» и типа «отверстие» (рисунок 3) и разработать методику оценки потерь от брака.

Одним из важных аспектов контроля деталей типа «вал» является оценка влияния погрешности измерения на результаты контроля. Схема формирования брака при контроле валов в ремонтном производстве при условии сдвига центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака, представлена на рисунке 4.

На этой схеме детали типа «вал» подразделяются на три группы: исправимый брак (ИБ), неисправимый брак (НБ) и годные детали (ГД).

Важными параметрами формирования брака в ремонтном производстве при контроле валов в условии сдвига центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака, являются предельная погрешность измерения (Δ_{lim}) и допуск контролируемого вала (T_d). Эта схема позволяет оценить вероятность возникновения различных видов брака при контроле валов в ремонтном производстве. Опираясь на эти вероятности, можно принять решения о дальнейшей обработке или отбраковке деталей.

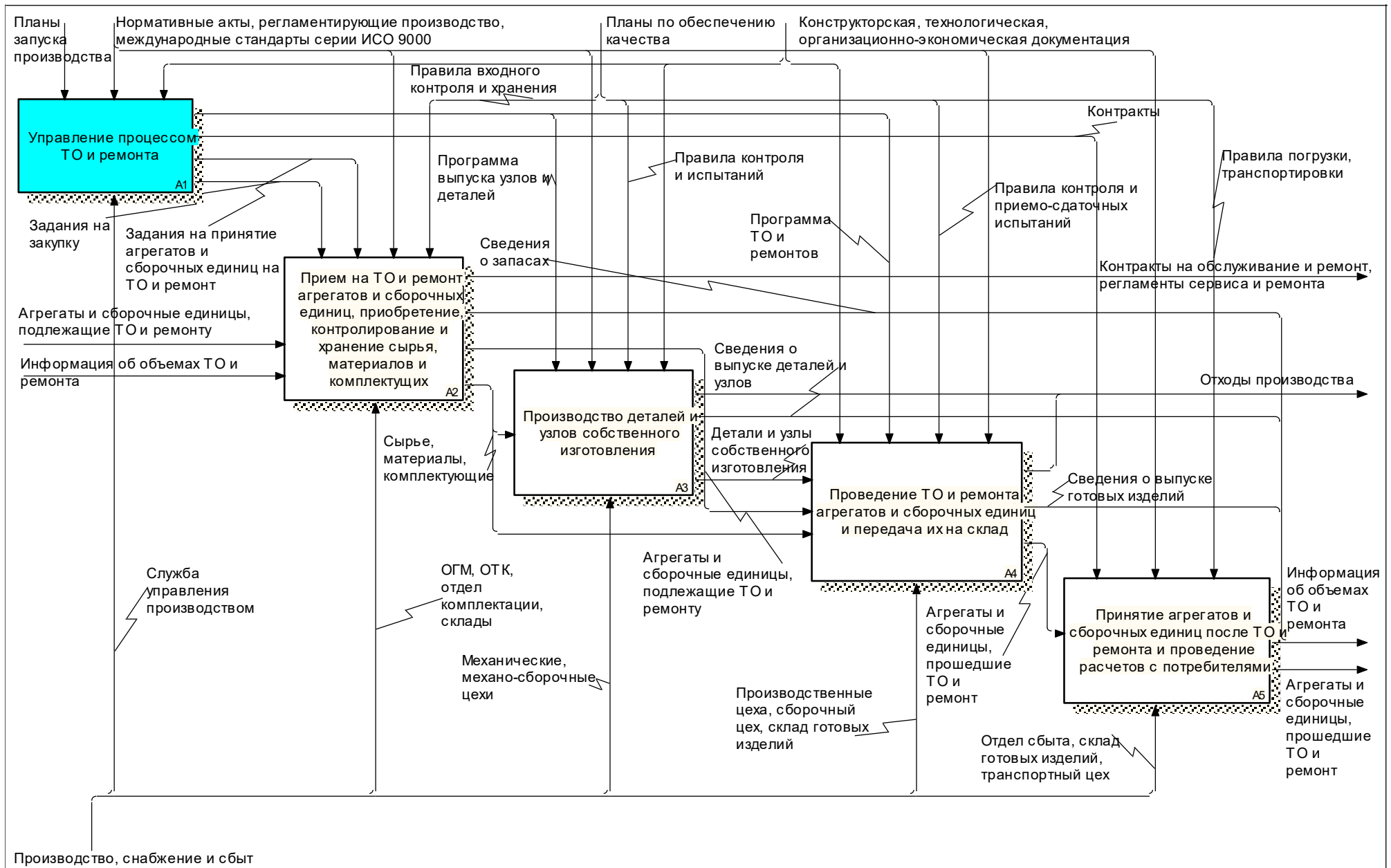


Рисунок 2 – Модель процесса «Техническое обслуживание и ремонт»: деятельность предприятий технического сервиса



Рисунок 3 – Классификация брака при контроле

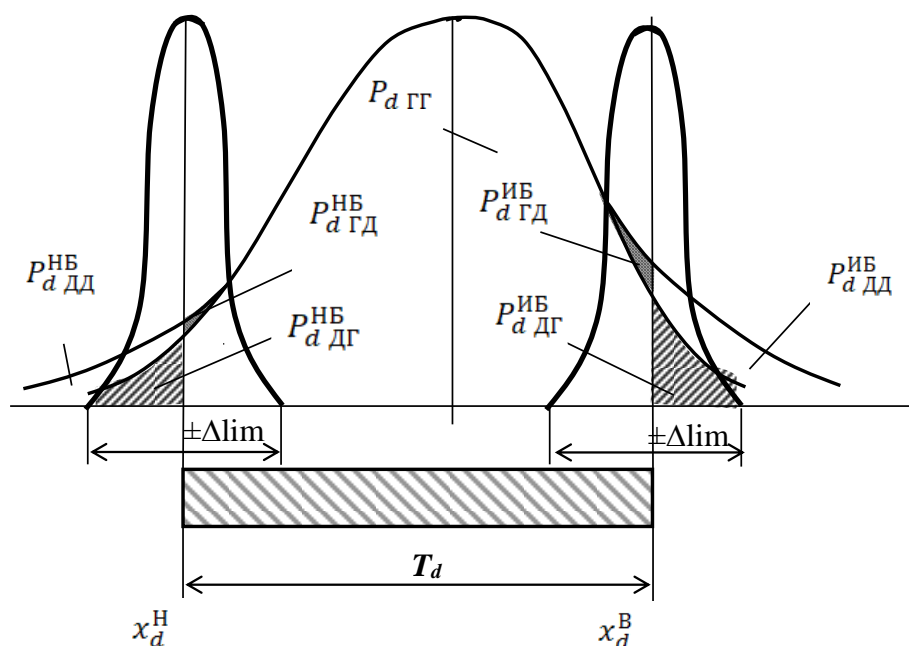


Рисунок 4 – Схема формирования брака при контроле валов в ремонтном производстве при условии сдвига центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака:

$\pm\Delta\text{lim}$ – предельная погрешность измерения; T_d – допуск контролируемого вала; x_d^B , x_d^H – верхняя (верхний предельный размер) и нижняя (нижний предельный размер) границы интервала допуска контролируемого вала; $P_{d\text{ГД}}^{\text{ИБ}}$ – вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком; $P_{d\text{ГД}}^{\text{НБ}}$ – вероятность попадания годных валов в группу валов с неисправимым браком; $P_{d\text{ДГ}}^{\text{ИБ}}$ – вероятность попадания валов с исправимым браком в группу годных деталей; $P_{d\text{ДГ}}^{\text{НБ}}$ – вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу годных деталей; $P_{d\text{ДД}}^{\text{ИБ}}$ – вероятность попадания валов с исправимым браком в группу валов с исправимым браком; $P_{d\text{ДД}}^{\text{НБ}}$ – вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу валов с неисправимым браком; $P_{d\text{ГГ}}$ – вероятность попадания годных валов в группу годных деталей.

Для описания вероятностных характеристик результатов контроля деталей типа «вал» можно использовать интегральные зависимости. Эти зависимости позволяют учесть вероятность ошибочного признания деталей как бракованных или годных.

Для описания вероятности попадания годных валов в группу годных деталей используется интеграл:

$$P_{d \Gamma \Gamma} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx, \quad (1)$$

где $f(x)$ и $\varphi(\gamma)$ – функции распределения контролируемого параметра и погрешности измерения соответственно.

Вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу валов с неисправимым браком описывается интегралом

$$P_{d \text{ДД}}^{\text{НБ}} = \int_{-\infty}^{x_d^H} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) + \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (2)$$

Вероятность попадания валов с исправимым браком в группу валов с исправимым браком описывается интегралом

$$P_{d \text{ДД}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^B}^{+\infty} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) + \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (3)$$

Вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком определяется следующим интегралом

$$P_{d \Gamma \text{Д}}^{\text{НБ}} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (4)$$

Вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком определяется интегралом

$$P_{d \Gamma \text{Д}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (5)$$

Вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{d \text{ДГ}}^{\text{НБ}} = \int_{-\infty}^{x_d^H} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (6)$$

Вероятность попадания валов с исправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{d \text{ ДГ}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^B}^{+\infty} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (7)$$

Оценка влияния погрешности измерения на результаты контроля деталей типа «вал» является важным шагом в обеспечении качества производства. При проведении контроля необходимо учитывать возможные погрешности измерительных инструментов и методов, чтобы минимизировать ошибки и обеспечить точность результатов.

Таким образом, контроль деталей типа «вал» включает классификацию на исправимый брак, неисправимый брак и годные детали, а также оценку влияния погрешности измерения на результаты контроля. Это позволяет оптимизировать процесс производства и обеспечить высокое качество готовой продукции.

Для оценки влияния погрешности измерения на результаты контроля деталей типа «отверстие», применяются аналогичные интегральные зависимости.

На основе всестороннего анализа существующих подходов к классификации издержек на качество и потерь от брака предлагается использовать на предприятиях технического сервиса АПК классификацию издержек на качество и потерь от брака процессов, которая включает в себя категории, представленные на рисунке 5.

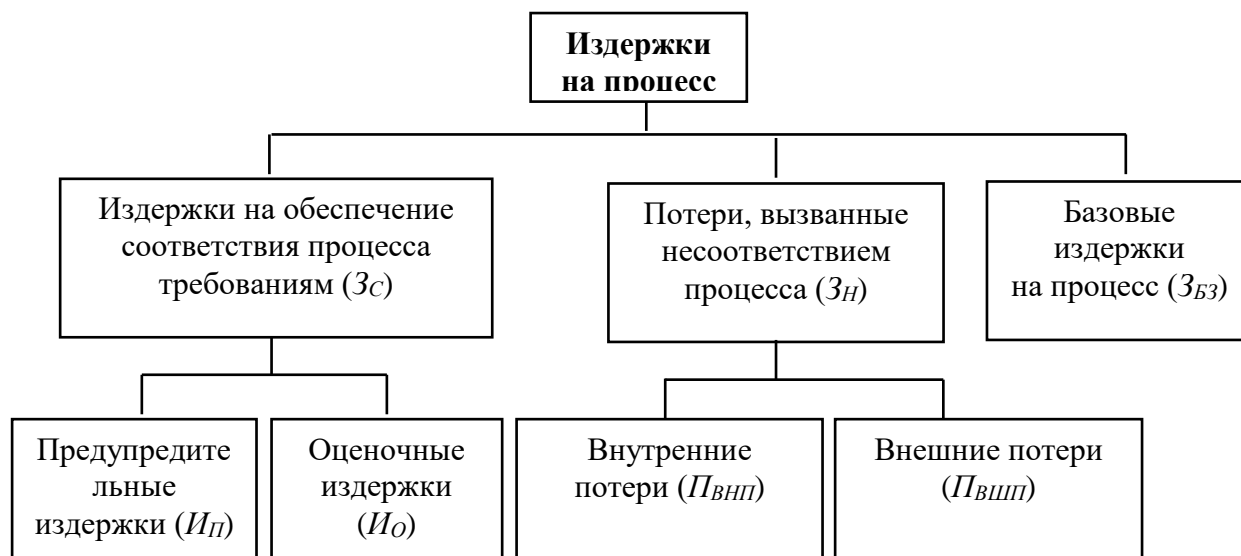


Рисунок 5– Схема алгоритма идентификации и оценки издержек на процесс

Потери, вызванные несоответствием процесса, составляют значительную часть в общих затратах на процесс. В связи с этим данная категория потерь требует особого внимания, каждая составляющая затрат от несоответствия должна быть выявлена и проанализирована.

Внутренние потери на предприятиях технического сервиса АПК могут иметь различный характер, включая потери от брака, потери от простоев в

производстве, потери от переработки и другие. Эти потери могут снижать эффективность работы предприятия и увеличивать затраты на производство.

Для уменьшения внутренних потерь на предприятиях технического сервиса АПК необходимо проводить контроль качества сырья и материалов, обновлять и поддерживать в рабочем состоянии производственное оборудование, обучать персонал и проверять их квалификацию. Также важно внедрять современные технологии и процессы производства, которые позволят улучшить эффективность и качество работы.

Суммарные внутренние потери определяются по формуле

$$\text{ВНП} = \sum_{i=1}^n (\text{О} + \text{П} + \text{А} + \text{У} + \text{С} + \text{ПП}), \quad (8)$$

где О – отходы; П – переделки и ремонт; А – анализ потерь; У – взаимные уступки; С – снижение сортности; ПП – отходы и переделки, возникшие по вине поставщиков.

Внутренние потери предприятия увеличивают себестоимость конечной продукции, но не добавляют ценности. Объем внутренних потерь полностью зависит от количества несоответствий, идентифицированных с требованиями той стадии жизненного цикла продукции, на которой обнаружены несоответствия. Чем раньше выявлены несоответствия, тем ниже их доля в общей себестоимости.

В категорию отходов включают стоимость материалов, не отвечающих требованиям и затраты на их утилизацию и вывоз. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\text{О} = \text{С}_м \cdot \text{НС}_м - \text{С}_л \cdot \text{НС}_м + \text{С}_у \quad (9)$$

где $\text{С}_м$ – стоимость материалов, не отвечающих требованиям; $\text{С}_л$ – стоимость лома; $\text{НС}_м$ – количество материалов, не отвечающих требованиям; $\text{С}_у$ – затраты на утилизацию и вывоз материалов, не отвечающих требованиям.

К переделкам и ремонту относят расходы на восстановление продукции, а также расходы на повторный контроль. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\text{П} = \text{С}_и \cdot \text{БР}_и + \text{С}_к \cdot \text{БР}_и, \quad (10)$$

где $\text{С}_и$ – расходы на восстановление продукции; $\text{БР}_и$ – количество изделий, имеющих брак; $\text{С}_к$ – расходы на повторный контроль.

Затраты на анализ потерь включают расходы на установление факторов, приведших к появлению несоответствий. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\text{А} = \text{T}_а \cdot \text{В}_а, \quad (11)$$

где $\text{T}_а$ – время, затраченное на анализ бракованных изделий, материалов или компонентов; $\text{В}_а$ – тарифная ставка сотрудника, проводящего анализ.

К взаимным уступкам относят расходы на допуск к использованию материалов, не отвечающих требованиям. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\text{У} = \text{T}_у \cdot \text{В}_у, \quad (12)$$

где T_y – время, затраченное на выполнение работ по уступкам; B_y – тарифная ставка сотрудника, выполняющего работы по уступкам.

Снижение сортности включает расходы из-за понижения цены на продукцию, не отвечающую требованиям. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$C = (C_r - C_{пк}) \cdot ПК, \quad (13)$$

где C_r – стоимость готового изделия; $C_{пк}$ – стоимость изделия пониженного качества; ПК – количество изделий пониженного качества.

К отходам и переделкам из-за продукции поставщиков относят расходы по поставленным от поставщиков низкокачественным материалам и комплектующим. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$ПП = T_{п} \cdot B_{п} + Z_{пр} - Ш_y, \quad (14)$$

где $T_{п}$ – время вынужденного простоя из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $B_{п}$ – вынужденного прекратить выполнение своих полномочий из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $Z_{пр}$ – затраты на энергию во время вынужденного простоя из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $Ш_y$ – штрафы, удержанные с виновников.

Алгоритм определения внутренних потерь в производстве зависит от уникальных характеристик каждого процесса, особенно в машиностроительной отрасли АПК, и в частности на предприятиях технического сервиса. Чтобы эффективно оценить потери от внутреннего брака, необходимо изучить конкретный технологический процесс и разработать соответствующую тактику. На рисунке 6 представлен обобщенный алгоритм определения внутренних потерь.

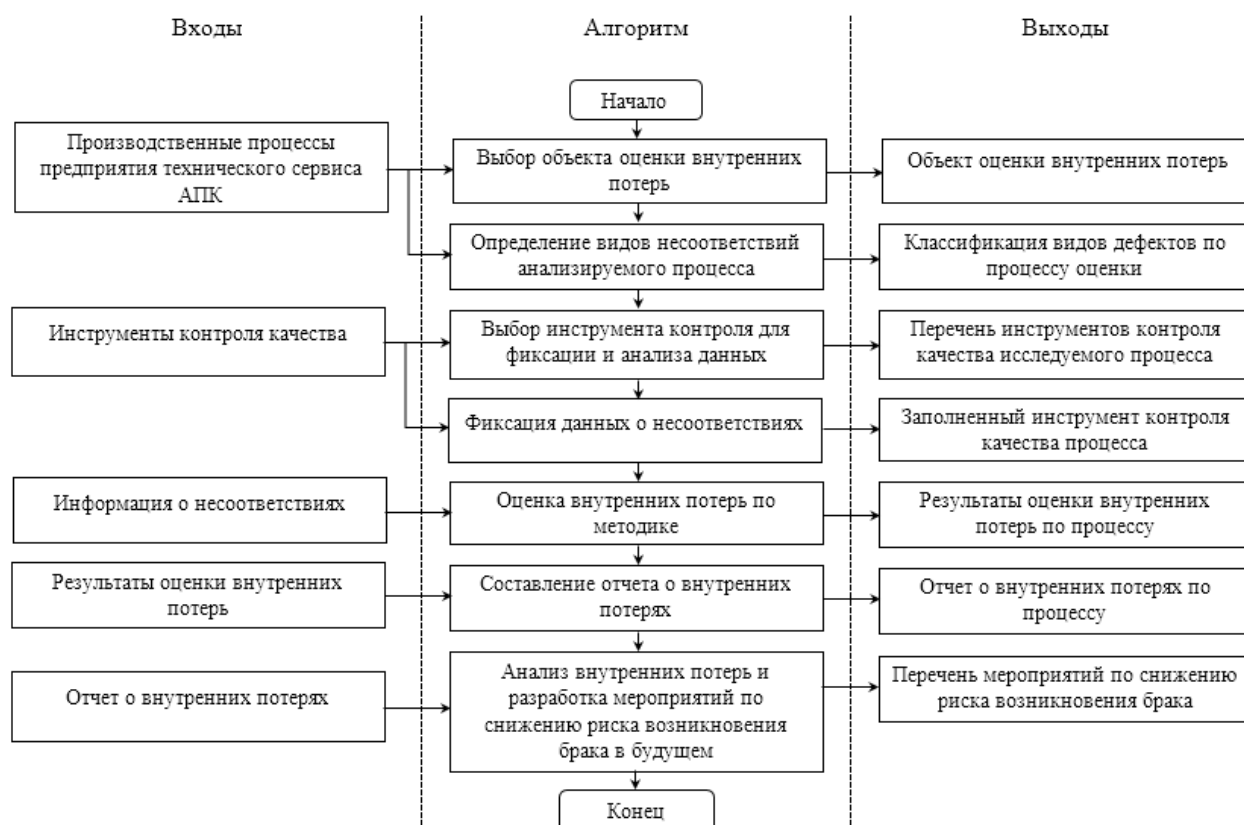


Рисунок 6 – Алгоритм определения внутренних потерь процесса

Важным вопросом является оценка внешних потерь, которые возникают у производителя из-за обнаружения брака потребителем. Эти потери могут быть как материальными, поддающимися прямому расчету, так и нематериальными, сумма которых сложно определить напрямую.

Внешние потери на предприятиях технического сервиса АПК по каждому виду продукции или услуги можно определить по формуле

$$\text{ВШП} = Z_p + Z_{\text{ВИ}} + P_y + P_{\text{СР}} + Z_{\text{ИДИ}} + I_{\text{ЮР}}, \quad (15)$$

где Z_p – затраты, связанные с рекламациями продукции; $Z_{\text{ВИ}}$ – затраты на работы с возвращенной продукцией; P_y – потери из-за уступок; $P_{\text{СР}}$ – потери прибыли из-за снижения спроса на продукцию, как следствие плохого качества продукции; $Z_{\text{ИДИ}}$ – затраты, связанные с изъятием дефектной или подозрительной продукции из эксплуатации; $I_{\text{ЮР}}$ – юридические издержки из-за низкого качества продукции.

Затраты, связанные с рекламациями – это затраты на принятие и анализ рекламаций. Их определяют по формуле

$$Z_p = T_p \cdot B_p + \text{НР}_p, \quad (16)$$

где T_p – время, затраченное работником на принятие и анализ рекламаций по продукции; B_p – часовая тарифная ставка работника, принимающего и анализирующего рекламации по продукции; НР_p – накладные расходы, связанные с рекламациями по продукции.

Наибольший вес во внешних потерях занимают издержки на работы с возвращенной продукцией из-за брака:

$$Z_{\text{ВИ}} = (C_3 - C_{\text{Л}}) \cdot \text{ВП}_3 + Z_p \cdot \text{ВП}_p + \text{НР}_{\text{ВИ}}, \quad (17)$$

где C_3 – стоимость замены бракованной продукции на годную; $C_{\text{Л}}$ – остаточная стоимость бракованной продукции; ВП_3 – количество возвращенной продукции, подлежащей замене; Z_p – затраты на ремонт возвращенной продукции; ВП_p – количество возвращенной продукции, подлежащей ремонту; $\text{НР}_{\text{ВИ}}$ – накладные расходы, связанные с заменой и ремонтом возвращенной продукции.

Внешние потери из-за уступок – это снижение стоимости продукции по обоюдной договоренности с потребителем из-за обнаруженных незначительных несоответствий:

$$P_y = (C - C_y) \cdot \text{ПП}_y, \quad (18)$$

где C – стоимость продукции; C_y – стоимость продукции со скидкой; ПП_y – количество продукции, проданной со скидкой.

Потеря продаж – это потеря прибыли из-за свертывания существующих рынков как следствие плохого качества произведенной продукции. Данная категория потерь определяется по формуле

$$P_{\text{СР}} = (C - C_c) \cdot \text{ОП}_{\text{СР}}, \quad (19)$$

где C – стоимость продукции на рынке; C_c – себестоимость продукции; $\text{ОП}_{\text{СР}}$ – объем продаж продукции.

Издержки вследствие изъятия определяют по формуле

$$Z_{\text{ИДИ}} = T_{\text{ИДИ}} \cdot B_{\text{ИДИ}} + T_{\text{ППИ}} \cdot B_{\text{ППИ}} + \text{НР}_{\text{ИДИ}}, \quad (20)$$

где $T_{\text{ИДИ}}$ – время, затраченное работником на изъятие дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации; $B_{\text{ИДИ}}$ – часовая тарифная ставка

работника, осуществляющего изъятие дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации; $T_{\text{ППИ}}$ – время, затраченное работником на составление планов подготовки изъятия изделия; $V_{\text{ППИ}}$ – часовая тарифная ставка работника, составляющего планы подготовки изъятия изделия; $\text{НР}_{\text{ИДИ}}$ – накладные расходы, связанные с изъятием дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации.

Юридические издержки вследствие низкого качества продукции ($\text{И}_{\text{ЮР}}$) – это издержки как результат иска, выплаченного за ущерб от судебного процесса в связи с нарушением норм безопасности и качества.

Проведение оценки качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники является неотъемлемой частью успешной работы организации в данной сфере. Это позволяет выявить приоритетные области для улучшения, контролировать достижение поставленных целей и поддерживать высокий уровень удовлетворенности клиентов. Предлагаемая методика включает в себя четыре этапа (рисунок 7) и предусматривает расчет комплексного показателя качества процесса.

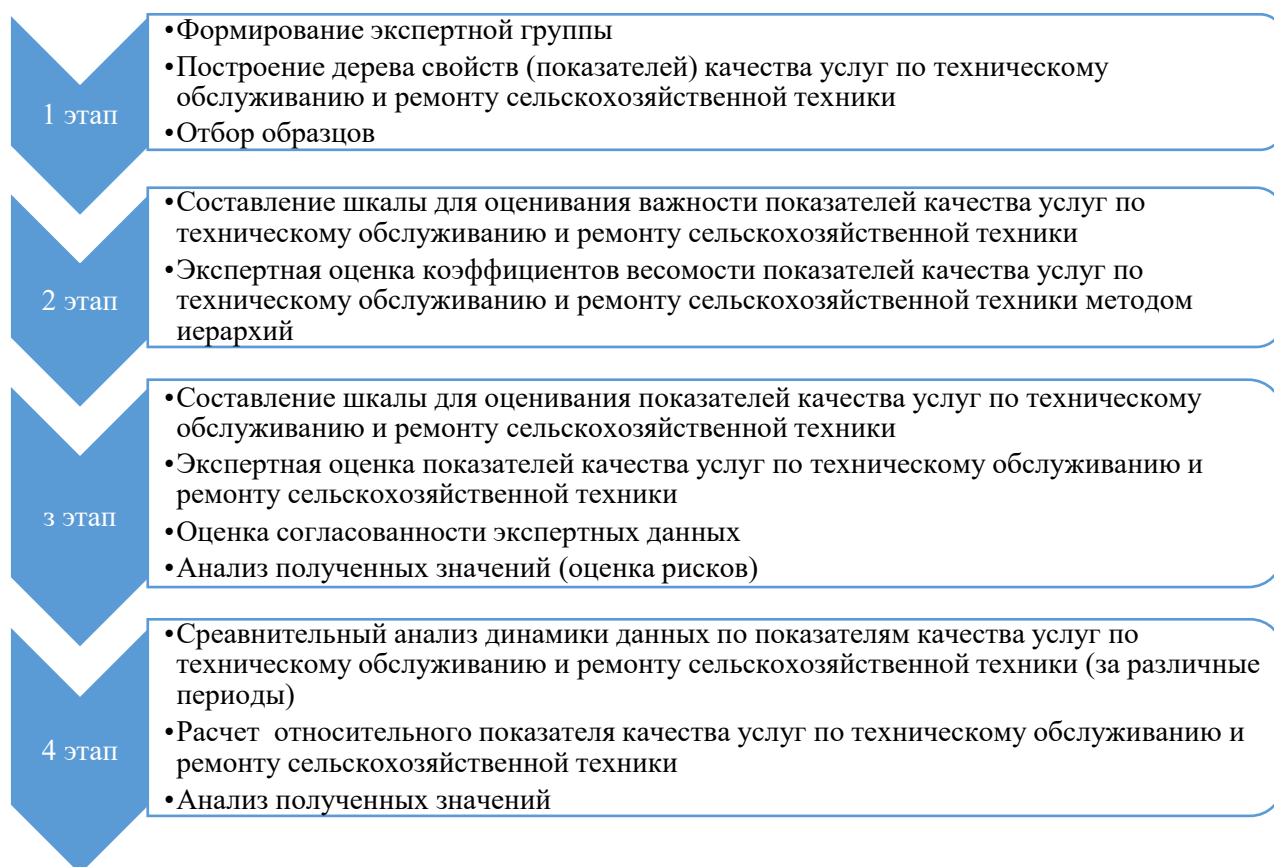


Рисунок 7 – Комплексная методика оценки качества процесса оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники

В третьей главе представлены методы и средства экспериментальных исследований потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса.

Определен порядок сбора статистических данных для оценки и анализа потерь от брака.

Разработана методика измерения действительных размеров коренных и шатунных шеек коленчатых валов и коренных опор двигателей ЯМЗ, которая позволит оценить закон распределения действительных размеров деталей.

В четвертой главе применены инструменты контроля качества для исследования процессов предприятий технического сервиса АПК.

Для исследования процессов предприятий технического сервиса АПК применяются инструменты контроля качества.

В процессах дефектации и контроля размеров коленчатого вала двигателей ЯМЗ используется контрольный листок, разработанный и представленный в третьей главе.

В таблице 1 представлены результаты измерений параметров шеек коленчатого вала при дефектации.

Таблица 1 – Контрольный листок дефектации коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Действительный диаметр шейки	Значение, мм	Отклонение формы, мм		Заключение
		конусообразность	овальность	
Первая коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,94	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,92	в плоскости S3	-	
Вторая коренная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	109,90	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,92	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,94	0,02	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	109,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,92	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,94	в плоскости S3	-	
Третья коренная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	109,94	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,92	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,015	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,92	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,90	в плоскости S3	-	
Четвертая коренная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,01	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,92	0,01	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	109,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,94	0,02	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,90	в плоскости S3	-	
Пятая коренная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,015	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,95	0,015	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,92	в плоскости S3	-	
Первая шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,01	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	87,88	в плоскости S2	в сечении 2-2	

Действительный диаметр шейки	Значение, мм	Отклонение формы, мм		Заключение
		конусообразность	овальность	
Вторая шатунная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01 в плоскости S1	0,01 в сечении 1-1	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84			
В сечении 1 и плоскости S2	87,84	0,01 в плоскости S2	0,01 в сечении 2-2	
В сечении 2 и плоскости S2	87,86			
Третья шатунная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	87,84	0,01 в плоскости S1	0,01 в сечении 1-1	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,82			
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,02 в плоскости S2	0,02 в сечении 2-2	
В сечении 2 и плоскости S2	87,90			
Четвертая шатунная шейка				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01 в плоскости S1	0,02 в сечении 1-1	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84			
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,02 в плоскости S2	0,01 в сечении 2-2	
В сечении 2 и плоскости S2	87,90			
Итоговое заключение по валу		Обработка под ремонтный размер		

Данный контрольный листок позволяет провести анализ и определить степень износа каждой шейки. Из информации на контрольном листке видно, что износ коренной шейки происходит медленнее, чем у шатунной шейки. Особенно большие значения износа наблюдаются в плоскости S1 для шатунной шейки. Это объясняется тем, что именно в этой плоскости на шатунную шейку оказывается наибольшее давление во время такта сжатия и такта разряжения. Износ шатунной шейки, особенно в верхней части, может привести к уменьшению радиуса кривошипа. Коренная шейка изнашивается более равномерно. Разработанный контрольный листок можно также использовать для анализа процессов ремонта другой сельскохозяйственной техники.

Контрольные карты используются для мониторинга процесса и выявления отклонений от заданных параметров. Они помогают определить, когда процесс выходит из-под контроля и требуется принятие мер для его улучшения. Для мониторинга процесса обработки шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ под ремонтный размер применены контрольные карты. На рисунке 8 представлена контрольная карта процесса обработки коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Контрольная карта процесса перешлифовки шатунных шеек строиться аналогично.

Анализ контрольных карт показал, что процесс находится в неуправляемом статистическом состоянии. Этому свидетельствуют серия точек, по которым наблюдаются значительные скачки, а также наблюдается приближение точек к контрольным границам. О статистической неуправляемости процесса также свидетельствует индекс воспроизводимости процесса, который меньше 1. Но если для машиностроительного производства данные факторы приводят к списанию старого оборудования и закупке нового, то для ремонтного производства это недостижимо, так как при низкой рентабельности и малом объеме прибыли просто не хватит средств. Поэтому для дальнейшей оценки качества технологического процесса необходимо сопоставление величины допуска с полем его рассеяния в определенной технологической системе.

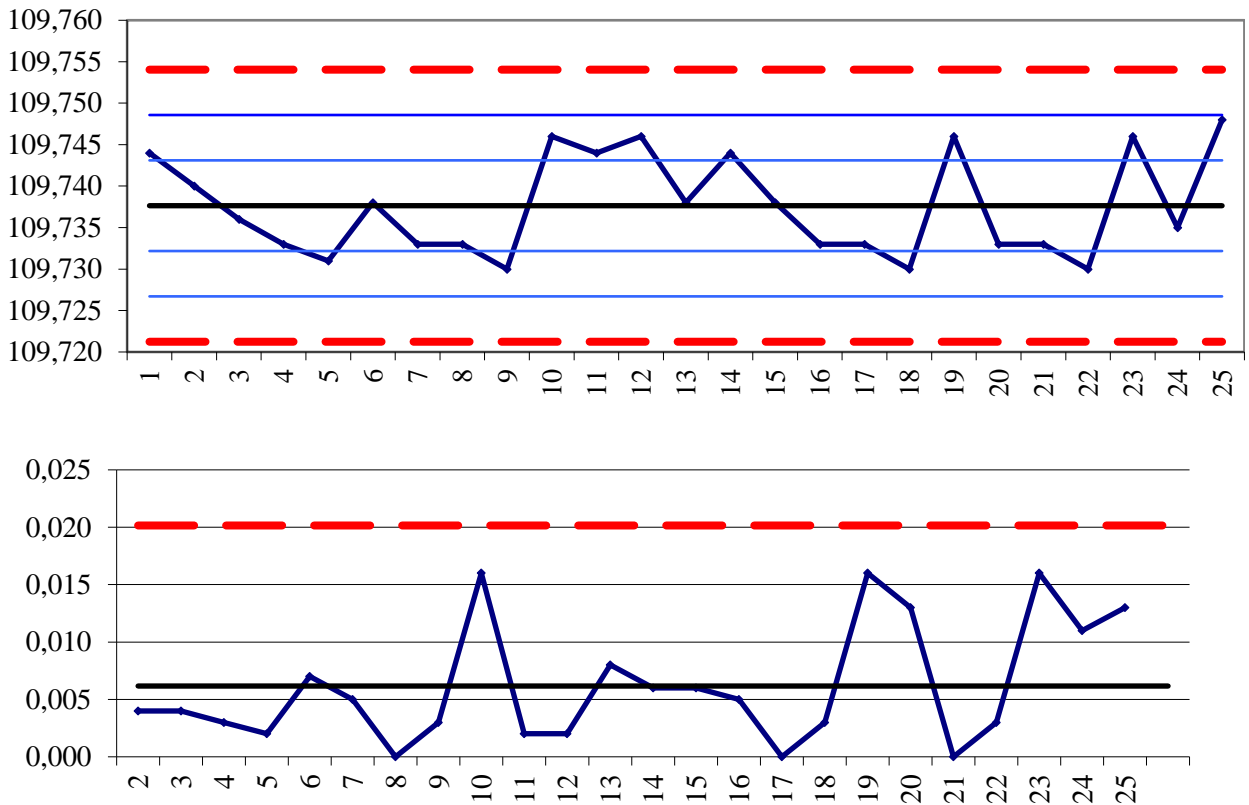


Рисунок 8 – $\bar{X} - \bar{R}$ карта процесса перешлифовки коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Наиболее эффективным способом исследования распределения размеров при допусковом контроле в ремонтном производстве является построение гистограмм (рисунок 9). Это обоснованно, во-первых, обязательным сплошным контролем в мелкосерийном ремонтном производстве, во-вторых – именно по гистограмме можно определить наличие исправимого и неисправимого брака.

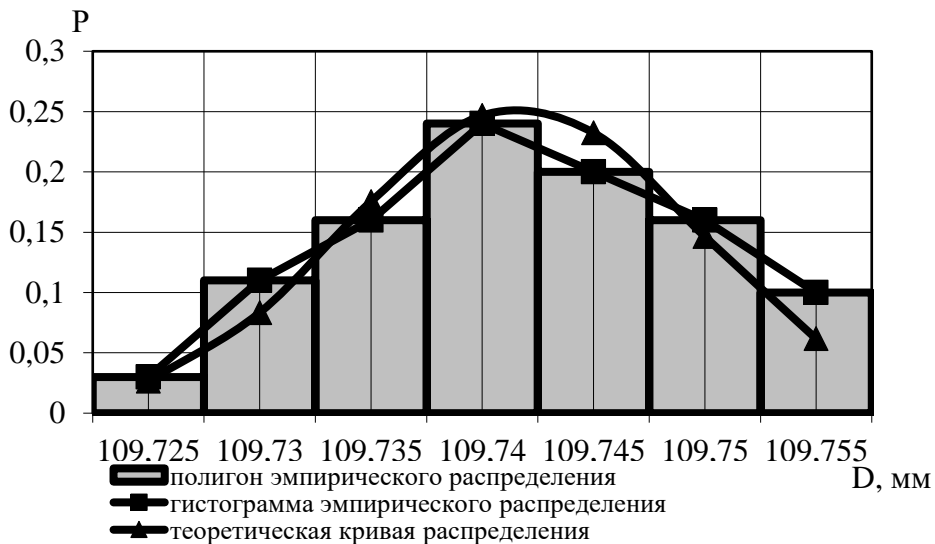


Рисунок 9 – Рассеяние размеров коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Анализ качества процесса с помощью гистограмм показал, что 1,32% коренных шеек и 1,7% шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ перешлифованы выше верхнего значения допуска диаметра, а 4,18% коренных

шеек и 1,07% шатунных шеек перешлифованы с диаметром меньше нижнего значения допуска. Общий брак составил по коренным шейкам 5,5%, по шатунным – 2,77%. Валы диаметром, превышающим нижнее значение допуска, могут быть отнесены к неисправимому браку, а валы, изготовленные с размерами, превышающими верхнее значение допуска, могут быть доведены до необходимой точности диаметра.

Для оценки внутренних потерь по процессам технического обслуживания и ремонта на предприятиях технического сервиса АПК каждому производственному процессу должна присваиваться собственная классификация видов дефектов. Для рассматриваемого процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ разработана классификация видов дефектов (таблица 2).

Оценка внутренних потерь должна проводиться регулярно, чтобы предотвратить накопление дефектов и улучшить качество производства. Предприятиям технического сервиса АПК необходимо постоянно работать над совершенствованием своих процессов и методик, чтобы минимизировать внутренние потери и повысить эффективность производственных процессов.

В связи с этим, на основе контрольного листка, необходимо построить диаграмму Парето (рисунок 10). Это позволит наглядно увидеть, на какие виды брака следует обратить особое внимание в первую очередь. После анализа диаграммы Парето можно выделить наиболее часто встречающиеся виды дефектов.

Среди таких видов брака наиболее распространены несоответствие диаметра коренной или шатунной шейки, несоответствие длины шейки под шестерню, несоответствие биения поверхности под шкив, несоответствие шероховатости коренных и шатунных шеек, а также дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива.

Таблица 2 – Классификация видов дефектов по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Вид дефекта	Шифр дефекта	Вид брака*
Диаметр коренной или шатунной шейки превышает наибольший предельный размер	ВН-1	ИБ
Ширина шатунных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-2	НБ
Ширина коренных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-3	НБ
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 3-ей коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-4	ИБ
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 5-ой коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-5	ИБ
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 4-ой шатунной меньше минимально допустимого значения	ВН-6	ИБ
Длина шейки под шестерню превышает наибольшее предельное значение	ВН-7	НБ
Галтели коренных и шатунных шеек не соответствуют требованиям технической документации	ВН-8	НБ
Толщина и радиус противовесов не соответствуют требованиям технической документации	ВН-9	НБ
Не выдержано угловое расположение шатунных шеек	ВН-10	НБ

Вид дефекта	Шифр дефекта	Вид брака*
Диаметр поверхности под шкив меньше минимально допустимого значения	ВН-11	НБ
Биение поверхности под шкив превышает предельное значение	ВН-12	НБ
Ширина шпоночного паза под сегментную и призматическую шпонку меньше минимально допустимого значения	ВН-13	ИБ
Симметричность шпоночного паза под шестерню и шкив-демпфер со ступицей не соответствуют требованиям технической документации	ВН-14	НБ
Диаметр отверстия под подшипник меньше минимально допустимого значения	ВН-15	НБ
Биение поверхности под подшипник превышает предельное значение	ВН-16	НБ
Биение фланца под маховик превышает предельное значение	ВН-17	НБ
Торцевое биение к первой опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-18	НБ
Торцевое биение ко второй опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-19	НБ
Допуск овальности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-20	НБ
Шероховатость коренных и шатунных шеек превышает предельное значение	ВН-21	ИБ
Остаточный дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива	ВН-22	ИБ

*ИБ – Исправимый брак; НБ – Неисправимый брак

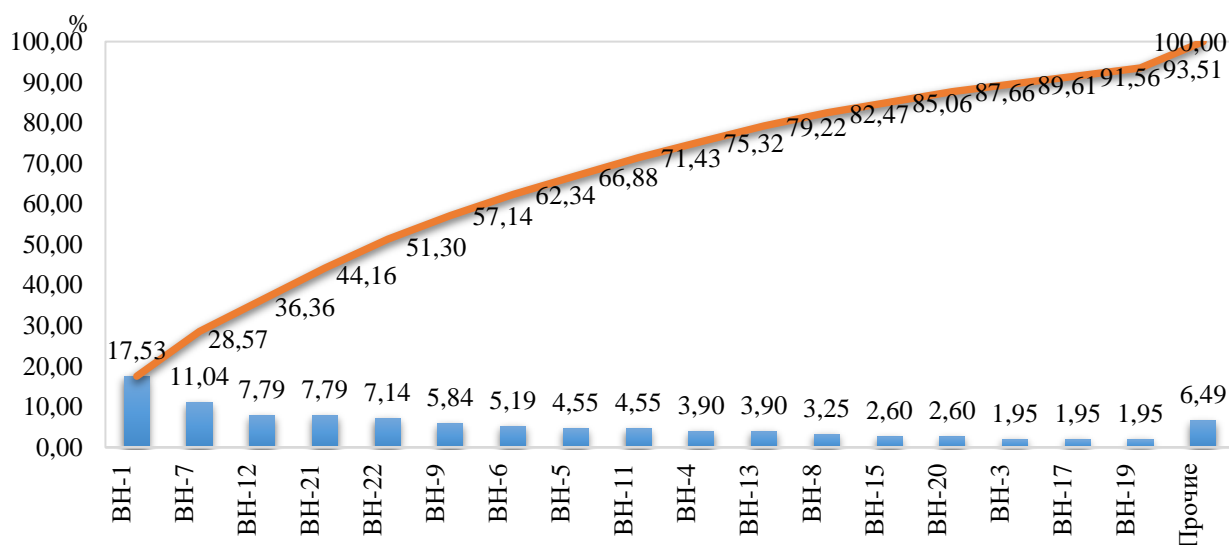


Рисунок 10 – Диаграмма Парето, характеризующая влияние видов дефектов на качество ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Исходя из этих результатов, можно предложить ряд мероприятий по снижению риска возникновения указанных видов брака. Например, необходимо провести дополнительные проверки и контрольные мероприятия на каждом этапе процесса ремонта, чтобы обнаружить и исправить возможные несоответствия диаметра, длины, биения и шероховатости. Также стоит обратить внимание на процесс балансировки коленчатого вала, чтобы избежать дисбаланса.

Для улучшения качества производственных процессов рекомендуется внедрить систему постоянного мониторинга и контроля, а также проводить регулярные обучающие программы для сотрудников, чтобы повысить их квалификацию и осведомленность о возможных дефектах и способах их предотвращения.

Важно также установить эффективную систему обратной связи с клиентами, чтобы оперативно реагировать на возможные проблемы и устранять их. Это поможет снизить потери, связанные с возвратами и рекламациями.

Внедрение этих мероприятий должно привести к снижению риска возникновения брака и, следовательно, уменьшению внутренних потерь. Это позволит сэкономить значительные средства и повысить конкурентоспособность предприятия.

Анализ внутренних потерь по видам дефектов и их количеству не является объективным, так как не содержит информацию о сумме внутренних потерь. Анализ внутренних потерь целесообразно проводить по суммарной величине каждого вида потерь.

Оценка качества процесса оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники может проводиться с использованием новых инструментов контроля и управления качеством. Рассмотрим применение новых инструментов контроля и управления качеством на примере процесса кузовного ремонта.

На первом этапе формируется группа экспертов для проведения оценки качества процесса. Группа экспертов проводит декомпозицию качества оцениваемого процесса на совокупность простых, единичных свойств в виде последовательного многоуровневого расслоения каждого более сложного свойства на группу менее сложных. Для визуализации и дальнейшей обработки данных результат этого этапа фиксируется в дереве свойств качества процесса (таблица 3).

Таблица 3 – Дерево свойств качества процесса «Кузовной ремонт»

КАЧЕСТВО КУЗОВНОГО РЕМОНТА	
А. В части восстановления геометрии кузова	
	A1. Зазор между передними и задними дверями
	A2. Крепления и работа дверей
	A3. Отсутствие компенсирующих прокладок под крепеж
	A4. Отсутствие шума воздуха наибольшей разрешенной скорости на загородных трассах
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	
	B1. Состояние основных элементов с нижней части
	B2. Состояние моторного отсека
	B3. Состояние кузовного элемента из салона
В. В части окраски кузова	
	V1. Подбор комплекса грунтов и лакокрасочных материалов
	V2. Подготовки поверхности
	V3. Точность подбора краски
	V4. Уровень используемого оборудования

Для оценки качества процесса «Кузовной ремонт» был отобран образец – отремонтированный автомобиль.

Второй этап. В таблицах 4 – 8 представлены оценки экспертов и рассчитанные средние значения, характеризующие коэффициенты весомости для параметров качества представленных в дереве свойств (таблица 3).

Таблица 4 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части восстановления геометрии кузова

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})				Расчетные значения (B_{ij})				Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
A1	1,00	3,00	3,00	5,00	0,54	0,56	0,56	0,42	0,52
A2	0,33	1,00	1,00	3,00	0,18	0,19	0,19	0,25	0,20
A3	0,33	1,00	1,00	3,00	0,18	0,19	0,19	0,25	0,20
A4	0,20	0,33	0,33	1,00	0,11	0,06	0,06	0,08	0,08
Сумма (S)	1,87	5,33	5,33	12,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 5 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части восстановления скрытых кузовных элементов

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})			Расчетные значения (B_{ij})			Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	
B1	1,00	5,00	5,00	0,71	0,79	0,56	0,51
B2	0,20	1,00	3,00	0,14	0,16	0,33	0,16
B3	0,20	0,33	1,00	0,14	0,05	0,11	0,08
Сумма (S)	1,40	6,33	9,00	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 6 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части окраски кузова

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})				Расчетные значения (B_{ij})				Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
B1	1,00	0,20	3,00	1,00	0,14	0,13	0,32	0,10	0,17
B2	5,00	1,00	5,00	5,00	0,68	0,63	0,54	0,50	0,59
B3	0,33	0,20	1,00	3,00	0,05	0,13	0,11	0,30	0,14
B4	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,13	0,04	0,10	0,10
Сумма (S)	7,33	1,60	9,33	10,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 7 – Оценка важности укрупненных групп параметров качества процесса «Кузовной ремонт»

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})			Расчетные значения (B_{ij})			Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	A	Б	В	A	Б	В	
A	1,00	3,00	0,33	0,23	0,43	0,20	0,29
Б	0,33	1,00	0,33	0,08	0,14	0,20	0,14
В	3,00	3,00	1,00	0,69	0,43	0,60	0,57
Сумма (S)	4,33	7,00	1,67	1,0	1,0	1,0	1,0

Третий этап. Группа экспертов проводит оценку показателей качества кузовного ремонта, результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Экспертная оценка показателей качества кузовного ремонта

Показатель	Оценка показателя (a_{ijk})					Средний балл (\bar{a}_{ij*})	Коэффициент весомости (\bar{B}_{ij})	Средневзвешенное значение (p_{ij})
	Эксперт №							
	1	2	3	4	5			
A1.	4	4	3	3	4	3,6	0,52	1,872
A2.	3	3	4	3	4	3,4	0,2	0,68
A3.	4	4	3	4	3	3,6	0,2	0,8
A4.	5	4	4	5	4	4,4	0,08	0,352
B1.	4	4	4	3	3	3,6	0,51	1,836
B2.	3	3	4	4	4	3,6	0,16	0,576
B3.	3	4	4	5	4	4	0,08	0,32
B1.	4	4	3	4	4	3,8	0,17	0,646
B2.	5	4	4	4	4	4,2	0,59	2,478
B3.	4	4	4	5	5	4,4	0,14	0,616
B4.	4	3	3	3	4	3,4	0,1	0,34

Результат оценки суммарного средневзвешенного показателя качества (P) процесса «Кузовной ремонт» представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка суммарного средневзвешенного показателя качества процесса «Кузовной ремонт»

Группа показателей	Групповой коэффициент весомости (\bar{B}_i)	Суммарный показатель качества в группе ($p_{гj}$)	Средневзвешенный показатель качества в группе ($P_{гj}$)
А. В части восстановления геометрии кузова	0,29	3,624	1,05
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	0,14	2,732	0,38
В. В части окраски кузова	0,57	4,08	2,33
Суммарный средневзвешенный показатель качества процесса «Качество кузовного ремонта» (P)			3,76

Результат оценки согласованности мнений экспертов о весомости каждого показателя качества представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Оценка согласованности мнения экспертов

Показатель	Обозначение	Значение
Среднее арифметическое значение по всем значениям	\bar{a}_{***}	0,611
Среднее квадратическое отклонение по всем оценкам	σ	3,818
Коэффициент вариации	V	0,16

В нашем случае, при коэффициенте вариации $V = 0,16$ мнения экспертов о качестве ремонта кузова считаются согласованными.

Матрица оценки качества процесса «Кузовной ремонт» представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Матрица оценки качества процесса «Кузовной ремонт»

Важность показателя	Уровень воздействия на качество (показатель качества)			
	1,0 ... 2,0	2,1 ... 3,0	3,1 ... 4,0	4,1 ... 5,0
0,81...1,0				
0,61 ...0,8				
0,41... 0,6			A1; B1;	B2; B
0,21 ... 0,4			A	
0,0 ... 0,2		B	A2; A3; A4; B2; B1; B4	B3; B3

Из матрицы (таблица 11) видно, что большинство показателей находятся в зоне высокого качества, следует обратить особое внимание на показатели группы A1 и B1 так как они находятся в зоне удовлетворительного качества. Несмотря на то, что их значения можно считать приемлемыми, у этих показателей есть резерв для роста.

Четвертый этап. Сравнительный анализ динамики данных по показателям качества процесса «Кузовной ремонт» представлен в таблице 12.

Для удобства анализа динамики изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт», используя данные таблицы 12, построим диаграмму (рисунок 11).

Таблица 12 – Анализ динамики изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт»

Показатель	Квартал			
	I	II	III	IV
A. В части восстановления геометрии кузова	1,05	0,95	0,95	0,97
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	0,38	0,42	0,5	0,56
В. В части окраски кузова	2,33	2,38	2,42	2,54
Суммарный средневзвешенный показатель	3,76	3,75	3,87	4,07

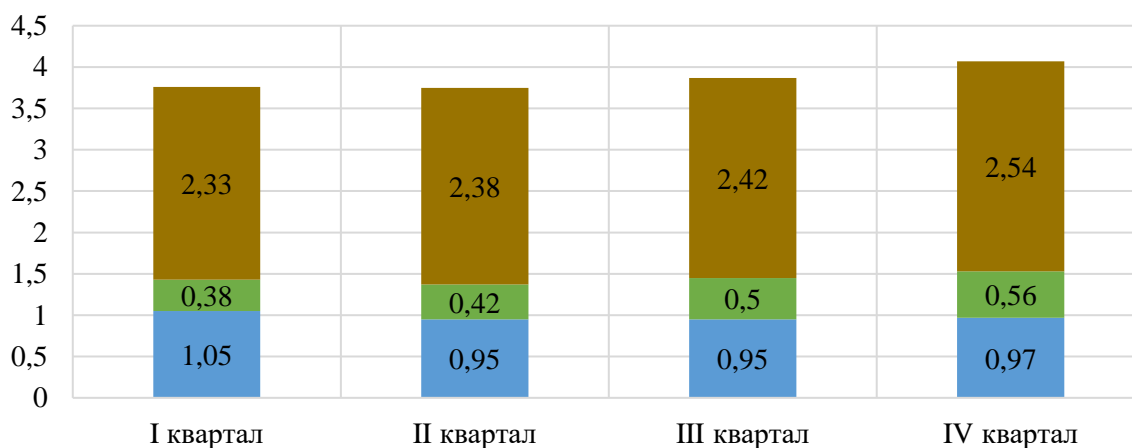


Рисунок 11 – Динамика изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт»

Из диаграммы, представленной на рисунке 11, можно сделать вывод, что соотношение групп показателей качества (А, Б, В) практически постоянное. Уровень качества по процессу «Кузовной ремонт» имеет тенденцию к росту, рост уровня качества происходит благодаря повышению качества части окраски кузова (группа В).

Результаты оценки относительного показателя качества процесса (P_o) «Кузовной ремонт» представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Анализ динамики изменения относительного показателя качества процесса «Кузовной ремонт»

Значение	Квартал				
	I	II	III	IV	I
Суммарный средневзвешенный показатель в текущем периоде	3,76	3,75	3,87	4,07	–
Суммарный средневзвешенный показатель в предыдущем периоде	–	3,76	3,75	3,87	4,07
Относительный показатель (P_o)	–	0,997	1,032	1,052	–
Динамика изменения в % ($P_{o,\%}$)	–	-0,3	+3,2	+5,2	–

Из таблицы 13 видно, что качество процесса «Кузовной ремонт» во втором квартале снизилось на 0,3%, в остальные кварталы качество повышалось, наибольший прирост отмечен в четвертом квартале и составил 5,2%.

Предложенная методика позволяет оценить единичные показатели качества и суммарный средневзвешенный показатель. Данная методика является универсальной и может быть использована для оценки качества других процессов предприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

Также разработаны калибры для условий ремонтного производства с целью контроля диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала и коренных опор двигателя ЯМЗ при ремонте.

Расчетные величины предельных размеров, проектируемых калибра-скобы и калибра-пробки для контроля коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Предельные размеры калибра-скобы и калибра-пробки для контроля коренной шейки $109,75_{-0,022}$ и шатунной шейки $87,75_{-0,022}$ коленчатого вала и диаметра коренной опоры $109,75^{+0,132}_{+0,108}$ двигателя ЯМЗ

Наименование параметра калибра	Расчетное значение для, мм		
	$109,75_{-0,022}$	$87,75_{-0,022}$	$109,75^{+0,132}_{+0,108}$
Наибольший размер проходной стороны	109,749	87,749	109,863
Наименьший размер проходной стороны	109,743	87,743	109,859
Наибольший размер непроходной стороны	109,730	87,730	109,884
Наименьший размер непроходной стороны	109,726	87,726	109,880
Предельный размер проходной изношенной стороны	109,754	87,754	109,855
Исполнительный размер проходной стороны	$109,743^{+0,004}$	$87,743^{+0,004}$	$109,863_{-0,004}$
Исполнительный размер непроходной стороны	$109,726^{+0,004}$	$87,726^{+0,004}$	$109,884_{-0,004}$

Схемы расположения полей допусков для калибра-скобы, которые сформированы по результатам расчетов, представлены на рисунке 12.

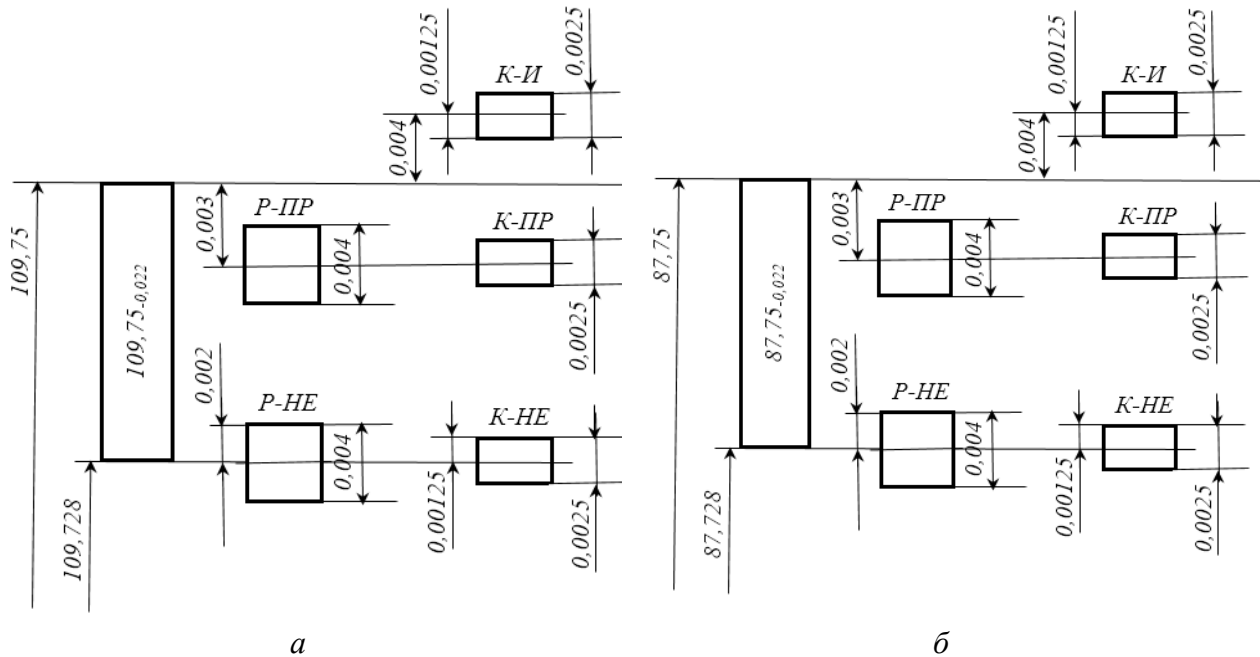


Рисунок 12 – Схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля размера шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер: а) коренной; б) шатунной

Эскизы калибра-скобы для контроля размера коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ представлены на рисунке 13.

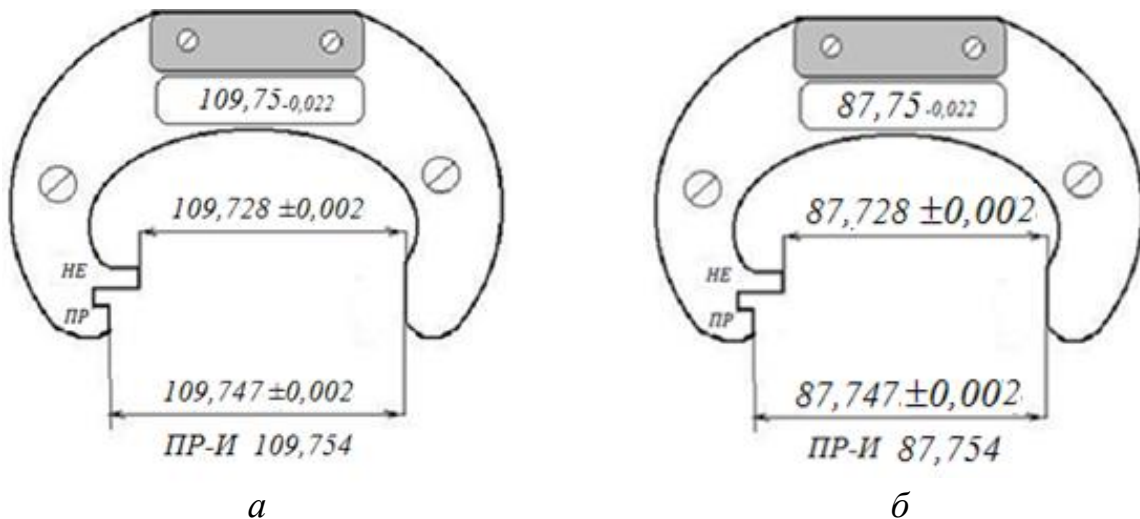


Рисунок 13 – Эскиз калибра-скобы для контроля размера шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер: а) коренной; б) шатунной

Схема расположения полей допусков для калибра-пробки, которая сформирована по результатам расчетов, представлена на рисунке 14. Эскиз калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ представлен на рисунке 15.

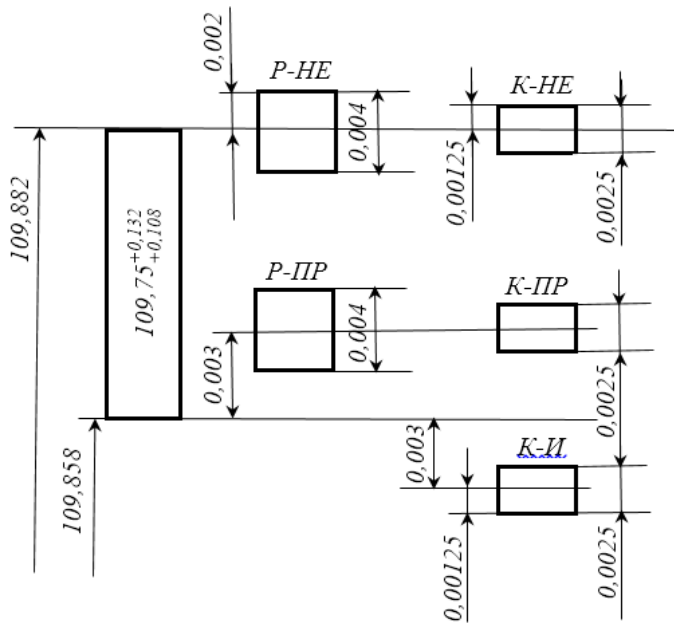


Рисунок 14 – Схема расположения полей допусков калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ

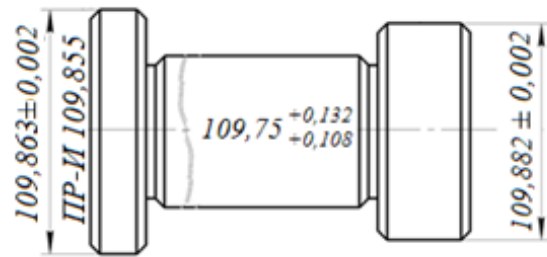


Рисунок 15 – Эскиз калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ

Таким образом, разработаны калибры для условий ремонтного производства с целью контроля диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала и коренных опор двигателя ЯМЗ при ремонте. Унифицированные калибры использовать невозможно, так как отклонения и размеры не являются стандартными с позиции единой системы допусков и посадок и рядов нормальных линейных размеров.

В пятой главе проведена оценка затрат на качество и потерь от брака и рассчитана эффективность и результативность процессов предприятий технического сервиса АПК.

Анализ несоответствий процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ проведен на предприятиях технического сервиса АПК, и оценено влияние потерь от несоответствий на снижение эффективности процесса. В таблице 15 представлены результаты оценки.

В рамках управления рисками необходимо провести мероприятия по снижению потерь от брака. Для этого необходимо рассчитать критерии проведения мероприятий по снижению риска.

Полученные значения сведем в таблицу 16 и определим границы внутренних и внешних потерь, превышение которых требует проведения действий, снижающих риск возникновения несоответствий.

Анализ базовых издержек на процесс показал, что они составляют порядка 83 % от общих издержек на процесс.

Издержки на оценку процесса составляют порядка 7-10 % от суммарных издержек на процесс.

Таблица 15 – Влияние потерь от несоответствий на снижение эффективности процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Статья затрат	Снижение эффективности, %	Удельный вес снижения, %
Потери по материалам и комплектующим, которые не соответствуют требованиям к качеству	1,59	10,89
Потери, связанные с заменой, переделкой и ремонтом дефектных изделий с целью сделать их соответствующими	2,34	16,03
Затраты на проведение анализа брака	0,23	1,60
Затраты на повторный контроль и повторные испытания изделий после их переделки	0,21	1,40
Затраты, связанные с выполнением работ по модификации и уступкам	0,15	1,00
Потери в результате разницы между нормальной ценой и сниженной ценой из-за несоответствия качества изделия	0,20	1,34
Потери из-за простоев	1,13	7,75
Затраты, связанные с рекламациями	0,57	3,87
Затраты на работы с возвращенными изделиями	2,97	20,31
Потери вследствие уступок из-за несоответствия изделий	1,47	10,02
Потери прибыли из-за снижения объема продаж как следствие плохого качества изделий	2,76	18,84
Затраты, связанные с изъятием дефектного изделия из эксплуатации	0,43	2,94
Юридические издержки вследствие низкого качества	0,58	4,00
Итого общее снижение эффективности	14,62	-

Таблица 16 – Границы внутренних и внешних потерь для проведения действий, снижающих риск возникновения несоответствий (в расчете на единицу ремонта)

Параметр	Значение
Среднее арифметическое значение потерь от внутреннего брака, руб.	1592,75
Эмпирическое среднеквадратическое отклонение внутренних потерь	11,44
Верхняя граница потерь от внутреннего брака, руб.	1604,19
Среднее арифметическое значение потерь от внешнего брака, руб.	2295
Эмпирическое среднеквадратическое отклонение внешних потерь	21,34
Верхняя граница потерь от внешнего брака, руб.	2316,34

Суммарные потери составляют порядка 15-30 % от суммарных издержек на процесс. В связи с этим необходимо разработать мероприятия по снижению рисков возникновения брака.

Внедрение на предприятиях технического сервиса АПК системы мониторинга брака и потерь позволяет достичь более высоких результатов финансово-хозяйственной деятельности и получить экономический эффект за счет снижения издержек, связанных с внутренним и внешним браком.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение исследований формирования брака в процессе контроля и потерь в ремонтном производстве позволяет сделать следующие выводы.

1. Анализ организации мониторинга брака и потерь предприятий технического сервиса выявил основные организационные и технические проблемы: низкий уровень методического обеспечения; недостаточную квалификацию кадров; устаревшие структуры инженерной службы; отсутствие эффективной системы менеджмента и контроля качества; недостаточное применение методов статистического регулирования при анализе качества процессов ремонта; отсутствие системы мониторинга брака и потерь.

2. На основе процессного подхода и цикла PDCA, с учетом требований стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 52380.1-2005 и ГОСТ Р ИСО 10014-2008, определены характеристики процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, составлена функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса и разработана система мониторинга потерь от брака, которая включает в себя расчет вероятности возникновения брака.

3. Получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска. Составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле.

4. Научно обоснованы контрольные точки и места формирования экономических потерь от погрешности измерения при: дефектации деталей в группы годных и требующий ремонта; дефектации деталей на группы требующих ремонта и негодных; контроле восстановленных деталей; входном контроле новых запасных частей поступающих на комплектование агрегатов и сборочных единиц; контроле качества отремонтированной техники.

5. Составлена классификация внешних и внутренних потерь и разработана методика оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники.

6. Для оценки внутренних потерь предприятий технического сервиса АПК усовершенствованы следующие классические инструменты контроля качества:

форма контрольного листка для сбора информации о браке в процессе дефектации коленчатого вала;

предложено использовать контрольные карты Шухарта совместно с гистограммами для анализа качества и определения количества исправимого и неисправимого брака при обработке коренных и шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ под ремонтный размер;

диаграмма Парето для оценки количества видов дефектов и итогового качества ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ.

7. Разработана методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса,

шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса. Получены математические зависимости для расчета комплексного показателя качества процесса. Применение методики рассмотрено на примере процесса кузовного ремонта.

8. Внешние потери предприятий технического сервиса АПК рекомендовано оценивать с помощью диаграмм Парето по количеству видов дефектов и по стоимостному выражению внешних потерь. При количественной оценке видов дефектов восстановленных коленчатых валов двигателей ЯМЗ, выявлено, что наиболее распространены изгиб вала, коррозия трущихся поверхностей и биение торцевой поверхности фланца. При стоимостной оценке внешнего брака, выявлено, что дефекты с меньшей вероятностью появления их у потребителя приносят наименьшую сумму потерь, хотя стоимость устранения этих видов дефектов выше, чем остальных.

9. С целью повышения точности и снижения трудоемкости контроля проведен расчет исполнительных и предельных размеров калибра-скобы для контроля размеров коренной $109,75_{-0,022}$ и шатунной $87,75_{-0,022}$ шеек коленчатых валов и калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор $109,75_{+0,132}^{+0,108}$ двигателя ЯМЗ.

10. Расчет базовых и оценочных затрат на процесс и потерь от брака показал, что базовые издержки составляют порядка 83% от общих затрат на процесс. Затраты на контроль составляют почти 7% от общих затрат на процесс. Суммарные потери составляют порядка 10% от суммарных издержек на процесс, из них величина внутренних потерь по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ составила 4,43%, а внешних – 4,71%.

11. В результате расчета экономической эффективности предлагаемых мероприятий по организации мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК на примере ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, получено, что эффективность процесса повысилась на 5,5 % и составила 90,9 %, результативность процесса возросла на 4,8 % и составила 99,2 %. Экономический эффект от реализации методики мониторинга брака и потерь составил (в расчете на единицу ремонта) 4753 руб.

Рекомендации к производству

1. В основе организации работы инженерной службы ремонтного производства в АПК должен лежать системный и процессный подход, который соответствует требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 52380.1-2005 и ГОСТ Р ИСО 10014-2008. Такой подход позволяет обеспечить эффективное управление производственным обеспечением и повысить качество предоставляемых услуг. Функциональная модель и реестр процессов должны являться основой для построения системы управления производственным обеспечением и включать следующие основные элементы: техническое обслуживание и ремонт оборудования; обеспечение запасными частями и материалами; организация и проведение технического контроля;

планирование и управление производством; управление качеством продукции и услуг; управление персоналом; управление документацией.

2. Внедрять в работу инженерной службы ремонтного производства АПК инновационные технологии и методы управления, что будет способствовать дальнейшему повышению эффективности ее работы. Важным аспектом в работе инженерной службы ремонтного производства является использование информационных технологий для автоматизации процессов производственного обеспечения. Внедрение информационных систем позволяет оптимизировать процессы планирования и управления производством, а также повысить качество контроля за выполнением работ.

3. Для снижения брака и потерь от брака, повышения качества предоставляемых услуг на предприятиях технического сервиса АПК внедрять процедуру управления рисками процессов.

4. Инженерной службе совместно с экономической службой предприятия технического сервиса АПК рекомендуется регулярно проводить оценку качества производственных процессов. Выявлять и совершенствовать те процессы, где обнаружены несоответствия требованиям.

5. Для снижения брака и потерь рекомендуется на предприятиях технического сервиса АПК внедрить и использовать инструменты контроля и управления качеством, на основании которых проводить оценку брака и потерь от брака.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Проведенные диссертационные исследования могут служить основой для дальнейшего развития и совершенствования организации процессов предприятий технического сервиса АПК.

Перспективными направлениями развития темы являются:

1. Разработка и интегрирование системы управления производством с системой менеджмента качества предприятия технического сервиса АПК.

2. Адаптация и апробация методики оценки брака и потерь в условиях ремонтного производства АПК.

3. Адаптация разработанной методики мониторинга брака и потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК.

4. Разработка методики технико-экономического обоснования использования и выбора точности калибров для ремонтного производства АПК.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Рецензируемые издания, рекомендуемые ВАК

1. Темасова, Г. Н. Оценка качества процесса шлифования коленчатых валов двигателей ЯМЗ / Г. Н. Темасова // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 33-42.

2. Темасова, Г. Н. Допусковый контроль валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова // Сельский механизатор. – 2023. – № 8. – С. 40-41.

3. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

4. Дефектация шатунных и коренных шеек коленчатого вала / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, А. Н. Самордин, Д. О. Леонов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2023. – № 4(72). – С. 547-555.

5. Теория и практика оценки рисков процессов контроля на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2021. – № 11. – С. 29-30.

6. Проектирование калибра-скобы для контроля диаметра промежуточного вала при ремонте двигателей ЗМЗ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // *Агроинженерия*. – 2021. – № 6(106). – С. 50-55.

7. Затраты на контроль при ремонте двигателей / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2021. – № 7. – С. 32-33.

8. Оценка потерь от несоответствий процесса обслуживания и ремонта техники при послепродажном сервисе / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2021. – № 5. – С. 38-40.

9. Расчет допусков калибра-пробки для контроля диаметров отверстий втулок промежуточного вала при ремонте двигателей ЗМЗ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // *Вестник НГИЭИ*. – 2021. – № 7(122). – С. 48-58.

10. Темасова, Г. Н. Применение диаграммы Парето для оценки внутренних потерь при ремонте двигателей / Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, Д. О. Леонов // *Агроинженерия*. – 2020. – № 6(100). – С. 44-49.

11. Оценка внешних потерь на предприятиях технического сервиса в АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2020. – № 9. – С. 34-35.

12. Оценка базовых издержек по процессу ремонта двигателей на предприятиях АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, А. Ю. Ермолаева // *Сельский механизатор*. – 2020. – № 2. – С. 34-36.

13. Леонов, О. А. Методология оценки издержек на контроль при ремонте машин / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2019. – № 3(23). – С. 37-43.

14. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ*. – 2012. – № 1(52). – С. 128-129.

Издания, индексируемые в международных наукометрических базах Web of Science и Scopus

1. Assessing External Defects at Manufacturing Enterprises / G. I. Bondareva, G. N. Temasova, O. A. Leonov [et al.] // *Russian Engineering Research*. – 2022. – Vol. 42, No. 2. – P. 151-154.

2. Justification of the use of wear-out digital micrometer in repair production / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba, G. N. Temasova, Yu. G. Vergazova // Journal of Physics: Conference Series : III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022), Krasnoyarsk. Vol. 2373. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 72015.

3. Analysis of the quality of manufacturing holes for sprockets of chain drives of agricultural machinery / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba, G. N. Temasova, Yu. G. Vergazova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development, Tashkent. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012028.

4. Process approach in the development of standards for the quality management system of a machine-building enterprise / O. Leonov, G. Temasova, N. Shkaruba [et al.] // AIP Conference Proceedings : 2, Krasnoyarsk. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 040005.

5. Calculation of the accuracy of a snap-gauge to control the diameter of the bearing journals of the camshaft / N. Z. Shkaruba, O. A. Leonov, G. N. Temasova [et al.] // AIP Conference Proceedings : 2, Krasnoyarsk. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 030010.

6. Ensuring the smooth functioning of the equipment during operation / G. I. Bondareva, G. N. Temasova, N. Zh. Shkaruba [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 70022.

7. Defects, accuracy rationing, and assembly quality of rolling bearings during machine repairs / G. Temasova, I. Sapozhnikov, U. Antonova [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 70013.

8. Designing a snap-gauge for controlling the diameter of the front journal of the countershaft / N. Zh. Shkaruba, O. A. Leonov, G. N. Temasova [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 30017.

9. Methods for analyzing the costs of the process at mechanical engineering enterprises of the repair profile / O. A. Leonov, G. N. Temasova, N. Zh. Shkaruba, Y. G. Vergazova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22033.

Свидетельства о регистрации баз данных

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622035 Российская Федерация. Отраслевые и интегрированные системы менеджмента качества : № 2023621673 : заявл. 02.06.2023 : опубл. 21.06.2023 / Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621385 Российская Федерация. Контрольные карты для анализа процесса : № 2022621193 : заявл. 27.05.2022 : опубл. 14.06.2022 / Г. Н. Темасова, О. А.

Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева».

3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621345 Российская Федерация. Методы оценки качества : № 2022621222 : заявл. 27.05.2022 : опубл. 08.06.2022 / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621718 Российская Федерация. Статистическое управление процессами : № 2021621604 : заявл. 30.07.2021 : опубл. 12.08.2021 / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

Публикации в научных изданиях

1. Внедрение элементов бережливого производства на промышленных предприятиях / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2023. – № 6. – С. 41-46.

2. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – № 5. – С. 421-426.

3. Оценка внешнего брака на предприятиях машиностроения / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2021. – № 11. – С. 93-96.

4. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32-38.

5. Методика расчета эффективности функционирования системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2020. – № 3. – С. 26-31.

6. Темасова, Г. Н. Классификация внутренних потерь с позиции СМК при реализации процесса ремонта двигателей / Г. Н. Темасова // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2023 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2023. – С. 145-149.

7. Современные проблемы обеспечения качества производства отечественных машин для АПК / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Г. Н. Темасова // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2023 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2023. – С. 260-265.

8. Идентификация процесса технического обслуживания и ремонта машин и оборудования / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Наука, технологии, общество - НТО-II-2022 : сборник научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции, Красноярск, 28–30 июля 2022 года. – Красноярск, 2022. – С. 216-222.

9. Темасова, Г. Н. Оценка качества услуг по ремонту двигателей с помощью анализа внешних потерь / Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении : III Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием, Тула, 06–08 апреля 2022 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2022. – С. 256-259.

10. Оценка потерь от несоответствий процесса технического обслуживания и ремонта двигателей ЯМЗ / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2022. – С. 107-112.

11. Оценка суммарных издержек при контроле качества обработанных под ремонтный размер шеек коленчатого вала дизелей ЯМЗ / Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2022. – С. 154-159.

12. Мониторинг качества процессов контроля при ремонте дизелей сельхозназначения / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, Д. О. Леонов // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2022. – С. 160-165.

13. Обоснование необходимости мониторинга внешнего брака при ремонте машин АПК / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Состояние, проблемы и перспективы развития современной науки : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции, Брянск, 20–21 мая 2021 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 142-145.

14. Бондарева, Г. И. Оценка качества услуг по ремонту двигателей с помощью анализа внешних потерь / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности : Сборник научных статей II международной научной конференции, Волгоград, 19 февраля 2021 года. – Волгоград: ООО "КОНВЕРТ", 2021. – С. 16-19.

15. Расчет потерь от рекламаций при ремонте двигателей / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : Сборник научных статей VI международной научной конференции, Казань, 29–30 июня 2021 года. – Казань: ООО "КОНВЕРТ", 2021. – С. 233-236.

16. Анализ качества услуг по капитальному ремонту двигателей сельхозтехники методом оценки компонентов внешнего брака / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том 1 Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 104-107.

17. Качество услуг предприятий технического сервиса агропромышленного комплекса / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том 2. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 159-163.

Учебно-методические работы

1. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством : Учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Стандартизация и метрология" и "Управление качеством" / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2019. – 144 с.

2. Леонов, О. А. Экономика качества, стандартизации и сертификации : Учебник. / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба. – Москва : Издательский Дом "Инфра-М", 2022. – 251 с.

Монографии

1. Оценка качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта / Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова [и др.]. – Москва : ООО "Издательство "Спутник+", 2021. – 172 с.

2. Управление затратами на качество продукции и услуг предприятий ремонтного профиля : Монография / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 133 с.