



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

кандидат геолого-минералогических наук

А.М. Кононов

« 24 » 04 2026 г.

### **ОТЗЫВ**

**ведущей организации федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Иркутский национальный исследовательский  
технический университет»  
на диссертационную работу Столярова Федора Алексеевича  
на тему «Разработка технико-технологических решений обеспечения ка-  
чества автомобильных компонентов на примере шаровых шарниров  
шасси», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции.  
Стандартизация. Организация производства**

#### **Актуальность темы диссертационной работы**

Объединение научных методов, методов стандартизации и методов управления качеством продукции на этапе ее проектирования и постановки на производство позволяет как повысить качество, так и сократить срок разработки конструкции и технологии для скорейшего вывода продукта на рынок. Один из ключевых векторов развития данного подхода – использование методов прогнозирования и проектирования качества, основанных на теоретических исследованиях и проведении испытаний в лабораторных и реальных условиях. Основная сложность такого подхода заключается в том, что необходимо выбрать ключевые показатели продукта, которые следует регламентировать в конструкторской и технологической документации, и соответствие которым позволило бы гарантировать долговечность изделия в сложных условиях эксплуатации.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» им. Г.И.Носова»	
за № _____	_____
Дата регистрации	07.05.2026
Фамилия регистратора	_____

Для решения этой задачи эффективнее всего использовать системный анализ и моделирование. Применение этих инструментов важно на всех этапах жизненного цикла продукции, особенно на стадиях разработки конструкции и технологии производства. Однако применение этих методов не дает полной гарантии качества в реальной эксплуатации. Поэтому актуальной задачей является разработка подхода к проектированию конструкции и технологии производства изделий ответственного назначения, основанного на создании классификации данных изделий, базирующейся на основных их конструктивных и эксплуатационных признаках, а также выбора из них наиболее значимых на основе математической модели.

На практике решение данной задачи сопряжено с проводимой политикой импортозамещения. В связи с чем имеется потребность в широкой номенклатуре автомобильных компонентов отечественного производства, качество которых будет соответствовать заданному уровню.

Цель диссертационной работы вытекает из актуальности и заключается в разработке комплекса технико-технологических решений для производства и обеспечения качества автокомпонентов с учетом их конструктивных особенностей и условий эксплуатации.

### **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы (132 источника), содержит 51 рисунков, 10 таблиц. Содержание диссертации изложено на 132 страницах машинописного текста. Имеется 3 приложения на 4 страницах. Общий объем диссертации составляет 136 страниц. Структура диссертации определена целью, задачами, научной новизной и экспериментальными исследованиями автора.

Во **введении** обоснована актуальность выбранного направления исследований, сформулирована его цель и задачи, которые необходимо решить для

ее достижения, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлен всесторонний обзор актуальных методов прогнозирования и обеспечения качества автомобильных компонентов, направленных на достижение соответствия предъявляемым требованиям и долговечности в эксплуатации. Проведен анализ способов классификации однородных объектов и изучены принципы формирования номенклатуры показателей качества. Также уделено внимание концепции создания функционально-ориентированных технологий (ФОТ). Установлено, что существующие методики проектирования и оценки качества ориентированы преимущественно на продукцию метизного производства и не в полной мере учитывают специфику эксплуатации автомобильных компонентов в суровых дорожно-климатических условиях РФ. В связи с этим обоснована необходимость разработки комплексного подхода, интегрирующего конструктивные параметры узлов, их роль в системе автомобиля и реальные режимы работы. Реализация такого подхода позволит сформировать стратегию проектирования, гарантирующую заданный уровень качества изделий в процессе эксплуатации.

**Вторая глава** посвящена разработке подхода к выбору ключевых показателей продукции, предложенных на основе разработанной классификации шаровых шарниров, с помощью математической модели, основанной на нечетких отношениях предпочтения. Отмечено, что предложенная фасетная классификация шаровых шарниров шасси, основанная на функциональных и эксплуатационных признаках, была разработана на основе метода вариации эффектов при выявленных частных функциях и системном анализе конструкции. Данная классификация включает девять основных таксонов, шесть из которых предложены впервые. Математическая модель выбора ключевых признаков из представленного перечня основана на нечетких отношениях

предпочтения. Представляя номенклатуру показателей в виде нечеткого множества и применяя метод решения через урезанное вычитание обратной матрицы попарного сравнения, выявлено, что ключевым с точки зрения обеспечения качества в эксплуатации является таксон «По типу воздействия окружающей среды».

В **третьей главе** подробно описана новая конструкция уплотнительной системы шарового шарнира, в которой применяется отсекаТЕЛЬ из нержавеющей стали. Данное техническое решение позволяет минимизировать контакт горловины чехла с окружающей средой, что сокращает риск возникновения дефекта негерметичности и выхода шарнира из строя в гарантийный период эксплуатации. Также разработана конечно-элементная модель оценки формуемости бурта отсекаТеля по критерию FLD (Forming Limit Diagram). Применение данной модели показало преимущество процесса раскатки бурта по сравнению с его штамповкой. Помимо этого предложена модернизация методик испытания шаровых шарниров шасси на герметичность, учитывающая пониженные температуры и повышенные частоты качания и вращения шарового шарнира в эксплуатации.

В **четвертой главе** показаны результаты внедрения теоретических наработок в практику реального производства шаровых шарниров шасси. Приведена модернизированная схема синтеза ФОТ, учитывающая такие стадии жизненного цикла продукции, как проектирование конструкции, валидация и контроль в процессе производства. Разработанный процесс раскатки бурта отсекаТеля позволил увеличить выход годной продукции. Также были проведены испытания предложенной конструкции по модернизированной методике и получены положительные результаты. Отмечено, что по итогам од-нолетней эксплуатации разработанный шаровой шарнир соответствует заданным целям по качеству.

В заключении представлены основные результаты диссертационных исследований и определены дальнейшие перспективы исследования.

### **Научная новизна полученных результатов**

Научная новизна представленной к защите диссертационной работы состоит в следующем:

- сформулирована и впервые введена в научный оборот фасетная классификация шаровых шарниров шасси автомобилей, базирующаяся на независимых таксонах конструктивных и эксплуатационных характеристик, что позволяет эффективно систематизировать отраслевые знания и детально выявлять факторы, детерминирующие конечное качество продукции;

- разработана и теоретически обоснована специализированная математическая модель селекции приоритетных технико-эксплуатационных параметров шаровых шарниров шасси, базирующаяся на применении аппарата нечётких отношений предпочтения для трансформации субъективных экспертных категорий в объективные формализованные количественные решения, необходимые при регламентации жестких требований в конструкторской и технологической документации;

- разработана численная модель пластического деформирования бурта отсекавателя методом холодной листовой штамповки с последующей ротационной раскаткой двухосным абсолютно жестким инструментом, позволяющая осуществлять прогнозирование возникновения локальных дефектов типа несплошности материала на основе анализа предельных деформаций по специализированному критерию FLD;

- обоснован и внедрен комплексный методический подход к проектированию автомобильных компонентов заданного уровня качества, интегрирующий фасетную классификацию и принципы функционально-

ориентированных технологий для существенного снижения конструкторских рисков за счет глубокого учета условий будущей эксплуатации изделия.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов работы**

Теоретическая ценность диссертационного исследования заключается в развитии инструментов выбора ключевых показателей автомобильной продукции, регламентация которых и соответствие которым позволяет обеспечить долговечность в эксплуатации в сложных дорожных и климатических условиях Российской Федерации. В диссертации предложены инструменты для определения ключевых показателей на основе методов системного анализа, метода вариации эффектов при выявленных частных функциях, методов классификации, а также их выбора на основе математического аппарата нечетких множеств.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в следующем:

- разработана оригинальная уплотнительная система шарового шарнира, оснащенная специализированным отсекателем из нержавеющей стали, и гарантирующая сохранение герметичности узла на протяжении всего срока эксплуатации в условиях воздействия агрессивного внешнего воздействия, а также подготовлен соответствующий комплекс методических инструкций по ее проектированию;

- обоснованы и внедрены технологические режимы холодной листовой штамповки с последующей раскаткой бурта отсекаателя, применение которых позволило рационализировать производственный процесс и обеспечить рост выхода годной продукции с исходного показателя 85,3 % до достигнутого уровня 96,1 %;

- усовершенствована методика испытаний шаровых шарниров шасси на герметичность, предусматривающая ужесточение режимов за счет снижения

температуры до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и повышения частотных характеристик качания и вращения пальца до 2 Гц, что позволило провести достоверную валидацию конструкции в режимах, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации на территории РФ;

- спроектирован и внедрен в серийное производство шаровой шарнир передней подвески для автомобиля LADA Largus, эксплуатационные характеристики которого обеспечили достижение нулевого уровня дефектности в поставках (0 ppm) и выполнение целевых показателей качества в течение всего гарантийного срока с коэффициентами  $3\text{MIS}=0$ ,  $12\text{MIS}=1$ ,  $24\text{MIS}=2$  и  $36\text{MIS}=5$  (MIS – Month In Service – количество дефектов на тысячу автомобилей за указанный в месяцах период эксплуатации).

Практическая значимость работы определяется разработкой и внедрением в практику машиностроительного предприятия разработанных прикладных инструментов, направленных на обеспечение качества автомобильной продукции в эксплуатации.

Основные результаты диссертации внедрены на предприятии АО НПО «БелМаг» (г. Магнитогорск) с экономическим эффектом 14,28 млн. руб. (в ценах 2025 года). Теоретические и практические результаты внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» при подготовке студентов по направлениям 27.03.01 – Стандартизация и метрология (бакалавриат), 27.04.01 – Стандартизация и метрология (магистратура) и при подготовке кадров высшей квалификации по научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

## **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений**

Корректное применение теории и практики управления качеством автомобильных компонентов, методов системного анализа, методов стандартизации, математического аппарата нечетких множеств и методов моделирования обеспечивает обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе Ф.А. Столярова научных и практических результатов.

Автор диссертации провел анализ текущего состояния вопросов, связанных с обеспечением высокого уровня конкурентоспособности и качества продукции автомобилестроения. Решение актуальных задач, направленных на повышение эффективности процесса проектирования конструкции и технологии производства автомобильных компонентов позволяет реализовать подходы по достижению качества в эксплуатации. Исходя из выполненного анализа, Ф.А. Столяровым определены основные вопросы, связанные с выбором показателей шаровых шарниров шасси, регламентация которых и соответствие которым позволяет обеспечить заданный уровень качества в эксплуатации.

Диссертационная работа Ф.А. Столярова представляет собой логичский, целостный научный труд, посвященный разработке технико-технологических решений обеспечения качества автомобильных компонентов.

Результаты диссертации достаточно широко докладывались и обсуждались на крупных конференциях, имеющих международный и всероссийский статус. Основные, наиболее важные результаты научных исследований опубликованы в ведущих отраслевых изданиях, что в полной мере подтверждает обоснованность и достоверность полученных положений. Основные результаты диссертации представлены в 12 работах, из них 5 статей опубликованы в

изданиях, входящих в Перечень ВАК при Минобрнауки России по области исследования.

### **Соответствие автореферата диссертационной работе**

Автореферат в полной мере соответствует диссертационной работе.

### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности**

Диссертационная работа Ф.А. Столярова соответствует паспорту научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства, а именно: п.1. Методы анализа, синтеза и оптимизации, математические и информационные модели состояния и динамики процессов управления качеством и организации производства, п. 2. Научно-практические основы технического регулирования, стандартизации, типизации, каталогизации, метрологического обеспечения, управления качеством и подтверждения соответствия, п. 9. Разработка и совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов.

### **Общая оценка диссертационной работы**

Диссертационная работа Ф.А. Столярова выполнена на хорошем научном уровне. В диссертационной работе решена научно-техническая задача, связанная с обеспечением заданного уровня качества автомобильной продукции на основе разработанных технико-технологических решений. Полученные в ходе диссертационного исследования результаты можно классифицировать как новые, определяющие развитие теории и практики управления и прогнозирования качества автомобильных компонентов.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Представленные в диссертации основные результаты работы являются важными и направленными на научно-практическое развитие как на отраслевом, так и межотраслевом уровнях. Полученные в рамках разработки технико-технологических решений обеспечения заданного уровня качества автомобильных компонентов результаты могут быть эффективно применены на различных предприятиях машиностроения, особенно в сегменте производства автомобильных компонентов.

Предложенные научно-технические решения рекомендуется к внедрению на следующих предприятиях: Государственная корпорация «Ростех», АО «Трансмашхолдинг», АО «Группа ГМС» и т.д., а также на крупных машиностроительных предприятиях: АО «НПК «Уралвагонзавод имени Ф.Э. Держинского», АО «Тихвинский вагоностроительный завод», АО «АВТОВАЗ», ПАО «КАМАЗ», Промышленной Группы ГАЗ, УАЗ и т.д., в том числе на предприятиях-поставщиках автомобильных компонентов. Также предложенные решения могут быть полезны научно-исследовательским институтам, а также корпоративным и независимым инжиниринговым центрам, занимающимся проблемами развития качества автомобильной продукции.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Развитие методов, направленных на повышение качества автомобильных компонентов, без сомнения, является актуальной отраслевой задачей. Однако, не совсем понятно, каким образом автор в своей работе выявил именно девять таксонов разработанной классификации.

2. Отмечено, что при проведении попарного сравнения весовые коэффициенты критериев сравнения приняты равными. Однако не приводится обоснование такого допущения.

3. На страницах 89-91 диссертации приведены результаты моделирования процесса раскатки бурта отсекаателя, но не приведены результаты моделирования предшествующих переходов.

4. Отмечено, что достигаются цели по качеству за 36 месяцев эксплуатации, однако численное значение отказов приведено только для однолетнего периода.

5. Дискуссионным вопросом по работе представляется определение компетенций лица, принимающего решения при проведении попарного сравнения признаков.

6. Из текста диссертации не совсем понятно, можно ли применить разработанные методы, методики и алгоритмы для других автомобильных компонентов ответственного назначения.

Отмеченные замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки научной и практической значимости диссертации.

### **Заключение**

В диссертационной работе Ф.А. Столярова решена актуальная научно-техническая задача, заключающаяся в разработке комплекса научно обоснованных технико-технологических решений обеспечения качества автомобильных компонентов, что имеет существенное значение для развития страны. Диссертационная работа «Разработка технико-технологических решений обеспечения качества автомобильных компонентов на примере шаровых шарниров шасси» удовлетворяет всем требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Столяров Федор Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Диссертационная работа Столярова Федора Алексеевича, автореферат, а также отзыв на диссертационную работу рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск.


Присутствовали на заседании 20 чел.

Результаты голосования: за – 20 человек, против – нет, воздержались – нет.

Протокол заседания кафедры № 4 от 27 апреля 2026 г.

Отзыв составлен:

Зав. кафедрой автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, д-р техн. наук, проф.

 Сергей Николаевич Кривцов

(докторская диссертация защищена по специальности  
2.9.5.- Эксплуатация автомобильного транспорта);

Профессор кафедры автоматизации и управления,  
д-р техн. наук, проф.

 Павел Абрамович Лончих

(докторская диссертация защищена по специальности  
05.03.01 – Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки);

Доцент кафедры автоматизации и управления,  
канд техн. наук,

 Малика Вахаевна Евлоева

(кандидатская диссертация защищена по специальности  
2.5.22-Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства);

Доцент кафедры автоматизации и управления,  
канд техн. наук,

 Анжелика Витальевна Федотова

(кандидатская диссертация защищена по специальности  
2.5.22-Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Адрес: 664074 Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Телефон: +7 (3952) 405-100

E-mail [info@istu.edu](mailto:info@istu.edu)

<https://www.istu.edu/>

Мы, Кривцов Сергей Николаевич, Лонцих Павел Абрамович, Евлоева Малика Вахаевна и Федотова Анжелика Витальевна даем согласие на обработку наших персональных данных

Подпись

**ЗАВЕРЯЮ**

Общий отдел ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

*С.Н. Кривцова, П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, А.В. Федотова*

 С.Н. Кривцов

 П.А. Лонцих

 М.В. Евлоева

 А.В. Федотова