

ПРОТОКОЛ № 2/3

заседания объединенного диссертационного совета 99.2.032.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

г. Орел

12 ноября 2025 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 15 из 20 членов диссертационного совета, по специальности 2.9.4. (всего – 8): д.т.н. Голенков В.А. (Председатель), д.т.н. Ризаева Ю.Н. (зам. председателя), д.т.н. Евтюков С.А., д.т.н. Зырянов В.В., д.т.н. Ляпин С.А., д.т.н. Новиков А.Н., д.т.н. Новиков И.А., д.т.н. Сарбаев В.И.; по специальности 2.9.5. (всего – 7): к.т.н. Васильева В.В. (ученый секретарь), д.т.н. Агеев Е.В., д.т.н. Агуреев И.Е., д.т.н. Гордон В.А., д.т.н. Елагин М.Ю., д.т.н. Хмелев Р.Н., д.т.н. Чернышев В.И.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Защита диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта **Родичева Алексея Юрьевича** на тему «Увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок».

СЛУШАЛИ:

О присуждении ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта по результатам защиты диссертации **Родичева Алексея Юрьевича**.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет принял решение присудить **Родичеву Алексею Юрьевичу** ученую степень доктора технических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного
совета 99.2.032.03

В.А. Голенков

Ученый секретарь диссертационного
совета 99.2.032.03

В.В. Васильева



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
99.2.032.03 ПО ЗАЩИТЕ ДИССЕРТАЦИЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК, НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 ноября 2025 г. № 2/3

**О присуждении РОДИЧЕВУ АЛЕКСЕЮ ЮРЬЕВИЧУ, гражданину
Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.**

Диссертация «Увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок» по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта принята к защите 25 июля 2025 г., протокол №1/3, объединенным диссертационным советом 99.2.032.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д.95), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования

Российской Федерации (398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ №1330/нк от 25.10.2016 года (№561/нк-794 от 03.06.2021года).

Соискатель Родичев Алексей Юрьевич, 03 мая 1978 года рождения.

В 2000 году окончил Орловский государственный аграрный университет по специальности «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования» и поступил в аспирантуру названного вуза. С 2000 по 2015 год работал в ЗАО «Дормаш», где прошел путь от инженера - конструктора до начальника конструкторского бюро. В 2011 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Технологическое повышение прочности сцепления и износостойкости антифрикционного покрытия биметаллических подшипников скольжения» в ФГБОУ ВПО «Государственный университет – Учебно-научно-производственный комплекс». С 2016 по 2019 год обучался в докторантуре ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

В настоящее время работает на кафедре мехатроники, механики и робототехники Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева в должности доцента.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре мехатроники, механики и робототехники.

Научный консультант доктор технических наук, профессор Савин Леонид Алексеевич – профессор кафедры мехатроники, механики и робототехники ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Официальные оппоненты:

Денисов Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина

Ю.А.» (г. Саратов), кафедра «Организация перевозок, безопасность движения и сервис автомобилей»;

Добромиров Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (г. Санкт-Петербург), кафедра «Наземные транспортно-технологические машины»;

Заяц Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации (г. Рязань), кафедра «Математические и естественнонаучные дисциплины».

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», г. Курск в своем положительном отзыве, подписанном Переверзевым Антоном Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, и.о. заведующего кафедры технологии материалов и транспорта и утвержденным проректором по научной работе и международной деятельности к.т.н., доцентом А.Ю. Алтуховым, указала, что структура диссертации и автореферата является полной и законченной. Диссертация соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается последовательностью изложения материала, наличием непротиворечивой методологической платформы, обоснованностью, концептуальностью и взаимосвязью выводов. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации. Требования к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, выполнены. Материалы диссертации в полном объеме изложены в работах, опубликованных Родичевым А.Ю. Основные положения диссертации опубликованы в научных трудах: 77 статьях, в том числе 22 статьи в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 14 в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных Web of Science и Scopus.

Результатом проведения исследований являются опубликованные научные работы: 1 монография, 10 патентов на изобретение, 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 свидетельство о регистрации базы данных. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на международных и всероссийских научных конференциях. Анализ опубликованных материалов диссертационной работы показывает логическую завершенность решения поставленных актуальных научно-практических задач. Требования, установленные пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней, соблюдены. В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на авторов и (или) источников заимствования. В работе отсутствуют материалы научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов. В диссертационной работе изложены научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, а именно увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок. В диссертации проведено комплексное исследование, включающее: математическое моделирование гидродинамических процессов и износа подшипников; разработку предиктивной нейросетевой модели остаточного ресурса; экспериментальное обоснование применения биметаллических подшипников и твёрдосмазочных покрытий с повышенной адгезией и износостойкостью; создание и апробацию интегрированной системы мониторинга износа в реальном времени. Результаты диссертационного исследования внедрены на автотранспортных предприятиях, что подтверждается соответствующими патентами и актами внедрения. Их практическое применение обеспечило повышение ресурса подшипников на 55-80% и позволило снизить эксплуатационные затраты.

Диссертационная работа «Увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок» является самостоятельной, логически завершенной научно-квалификационной работой и соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, а также п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке

присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в ред. от 16.10.2024 г.), а ее автор, Родичев Алексей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта. Диссертационная работа Родичева Алексея Юрьевича и отзыв рассмотрены, обсуждены и единогласно одобрены на заседании кафедры технологии материалов и транспорта (Протокол № 6 от 09 октября 2025 г.).

Соискатель имеет 223 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации – 77 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 22 работы. Общий объем публикаций по теме исследования – 57,75 п.л., вклад соискателя – 14,44 п.л. В работах представлены научно обоснованные технические и технологические решения увеличения ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок. Среди опубликованных работ присутствуют научные статьи, входящие в зарубежные базы цитирования Scopus и Web of Science (14 работ).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Родичев, А.Ю. Формирование пленочных антифрикционных покрытий на поверхности многослойного подшипника скольжения / А.Ю. Родичев, А.В. Паничкин, А.В. Горин, М.А. Токмакова // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2020. – № 2 (69). – С. 25 – 31.

2. Родичев, А.Ю. Технологическое обеспечение работоспособности балансирной подвески грузового автомобиля / А.Н. Новиков, А.Ю. Родичев, А.В. Горин, М.А. Токмакова // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1 (84). – С. 157 – 163.

3. Родичев, А.Ю. Влияние технологических факторов на качество формирования антифрикционного покрытия на деталях машин / А.Н. Новиков, А.Ю. Родичев, А.В. Горин, М.А. Токмакова // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2021, № 2 (73). – С. 32 – 39.

4. Родичев, А.Ю. Образование модифицированных поверхностей трения / А.Ю. Родичев, А.Н. Новиков, А.В. Горин, М.А. Токмакова // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2021, № 3 (74). – С. 17 – 23.

5. Родичев, А.Ю. Сравнительный анализ методов исследования адгезии антифрикционных покрытий узлов трения автомобильной техники и технологических машин / М.А. Токмакова, А.Н. Новиков, А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2021, № 4 (75). – С. 43 – 48.

6. Родичев, А.Ю. Адгезионная прочность твердых антифрикционных покрытий узлов трения автомобильной техники / А.Ю. Родичев, А.Н. Новиков, М.А. Токмакова, И.В. Родичева // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2022, № 3–1 (78). – С. 3 – 13.

7. Родичев, А.Ю. Интеллектуальная система диагностики состояния систем и агрегатов автомобиля / А.Ю. Родичев, К.К. Настепанин, И.В. Родичева, К.В. Васильев // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2022, № 4–1 (79). – С. 3 – 12.

8. Родичев, А.Ю. Диагностики состояния подшипников скольжения жидкостного трения в режиме реального времени и способ её осуществления / А.Ю. Родичев, И.В. Родичева, М.А. Токмакова, К.В. Васильев // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2022, № 4–2 (79). – С. 39 – 48.

9. Родичев, А.Ю. Роль больших данных в цифровизации автомобильной отрасли: новые возможности для удаленной диагностики автомобилей / А.Ю. Родичев, О.А. Иванов, И.В. Родичева, К.В. Васильев // Мир транспорта и технологических машин – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. – 2023. – № 4–2(83). – С. 14 – 21.

10. Родичев, А.Ю. Исследование процесса приработки антифрикционных твердосмазочных покрытий в процессе эксплуатации подшипников скольжения /

А.Ю. Родичев, И.В. Родичева, К.В. Васильев, И.В. Колпаков // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 1–1(84). – С. 48 – 55.

11. Родичев, А.Ю. Экспериментальные исследования прочности сцепления твердого антифрикционного покрытия с основой / А.Ю. Родичев, И.В. Родичева, К.В. Васильев, А.Д. Серебренников // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 1–2(84). – С. 100 – 108.

12. Родичев, А.Ю. Прогнозирование износного поведения подшипника скольжения балансирной подвески в условиях динамических нагрузок / А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 2–1(85). – С. 93 – 98.

13. Родичев, А.Ю. Принципы функционирования и характеристики подшипников скольжения осей балансиров задних мостов грузовых автомобилей / А.Ю. Родичев, Ю.Н. Казаков, И.В. Родичева, Л.А. Савин // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4–2(87). – С. 83–91.

14. Родичев, А.Ю. Методика предиктивного анализа остаточного ресурса подшипниковых узлов скольжения балансирной подвески автомобиля КамАЗ / А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 1–1(88). – С. 67 – 75.

15. Родичев, А.Ю. Методы повышения прочности сцепления и качества антифрикционного покрытия при изготовлении биметаллических подшипников скольжения / А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 1–2(88). – С. 76 – 84.

16. Родичев, А.Ю. Аспекты формирования твердосмазочных антифрикционных покрытий в процессе его нанесения при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта/ А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 1–3(88). – С. 24 – 33.

17. Родичев, А. Ю. Разработка и внедрение интегрированной контрольно-измерительной системы для мониторинга износа подшипников скольжения / А.Ю. Родичев // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 1–4(88). – С. 81 – 90.

18. Rodichev, A.Y. Study of the Micro–Hardness of Anti–Friction Coating after Plastic Deformation in Bimetallic Sliding Bearings / A.Y. Rodichev, A.V. Gorin, M.A. Tokmakova // Solid State Phenomena: International Conference on Industrial Engineering, ICIE–2019. – 2020. Vol. 299. – P. 812 – 817.
19. Rodichev, A.Y. Investigation of the Influence of Kinematic and Geometric Parameters of the Thermo– Sprayer Location on the Adhesion Strength of Anti–Friction Coating / A.Y. Rodichev, E.N. Gryadynova, A.V. Gorin // Solid State Phenomena: International Conference on Industrial Engineering, – 2020. – Vol. 299. – P. 902 – 907.
20. Rodichev, A.Y. Formation of film antifriction coatings on the friction surfaces of machine parts. / A.Y. Rodichev, A.V. Gorin, N.V. Tokmakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering ICMTMTE 2019, – 2020. – Vol. 709, Issue 1. – P. 709 022053.
21. Rodichev, A.Yu. The influence of surface preparation methods on the adhesion of film antifriction coatings. / A.Yu. Rodichev, A.V. Gorin, S.V. Kolpakova and M.A. Tokmakova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2020. – Vol. 971. – P. 032016.
22. Rodichev, Aleksei. Modeling and research of the process of preparing the surface of a part for thermal spray coating. / Aleksandr Novikov, Aleksei Rodichev, Andrei Gorin and Maria Tokmakova // MATEC Web of Conferences – 2020. – Vol. 329. – P. 03052.
23. Rodichev, A.Y. Technological support for the durability of the balancing suspension of the car. / A.Y. Rodichev, A.N. Novikov, A.V. Gorin, N.V. Tokmakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 971(5). – P. 052081.
24. Rodichev, Alexey. Analysis of the wear resistance of a hard anti–friction coating, applied to a plain bearing, under the conditions of boundary friction. / Alexey Rodichev, Aleksander Novikov, Andrei Gorin, Maria Tokmakova // Transportation Research Procedia. – 2021. – Vol. 57. – P. 573 – 580.
25. Rodichev, Alexey. Comparative analysis of methods for studying the adhesion of antifriction coatings for automotive friction units. / Aleksey Rodichev,

Aleksandr Novikov, Andrei Gorin, and Maria Tokmakova // AIP Conference Proceedings – 2022. – Vol. 2503. – P. 060010.

26. Rodichev, A. Intelligent Diagnostic System for the Sliding Bearing Unit. / A. Rodichev, A. Gorin, K. Nastepanin, R. Polyakov // Lecture Notes in Networks and Systems this link is disabled. – 2023. – Vol. 717. – P. 577 – 586.

На диссертацию и автореферат поступило 19 положительных отзывов, содержащих следующие замечания:

1. **Денисов А.С.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры организации перевозок, безопасности движения и сервиса автомобилей, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», официальный оппонент: 1. Каким образом эмпирически установленное критическое значение зазора (1,0 мм) в подшипниках скольжения балансирной подвески соотносится с расчетными предельными состояниями узла (усталостная прочность материалов, критические напряжения) и может ли данный порог считаться универсальным для различных модификаций подвески; 2. Учитывая принятые в гидродинамической модели допущения (идеально гладкие поверхности, изотермичность, несжимаемость смазки, пренебрежение инерцией), встает вопрос — насколько корректно она описывает реальные условия смешанного трения при значительных ударных нагрузках, характерных для эксплуатации в экстремальных условиях (карьеры, бездорожье); 3. Учитывает ли представленный расчет экономической эффективности биметаллических подшипников и твердосмазочных покрытий капитальные затраты на внедрение специализированных технологий для модификации поверхности (газопламенное напыление, накатка, термообработка), изменение трудоемкости ТО и масштабируемость результатов для разных автотранспортных предприятий; 4. Сравнительные испытания выявили превосходство покрытия MODENGY по триботехническим характеристикам над аналогичными покрытиями иностранных производителей, но учитывались ли в анализе его рыночная стоимость, доступность для российских потребителей и технологичность нанесения в условиях автотранспортных предприятий. 5. Экспериментальные исследования подтвердили краткосрочную функциональность интегрированных датчиков на стенде, но каков ожидаемый ресурс и надежность этих

электронных компонентов при длительном воздействии реальных эксплуатационных факторов: интенсивной вибрации, запыленности, влажности, значительных температурных перепадов ($-40^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$) и электрохимической коррозии.

6. Предложены три перспективных направления модернизации (биметаллические подшипники, твердосмазочные покрытия, системы интеллектуального мониторинга). Существуют ли разработанные критерии или методика выбора оптимальной комбинации этих решений (или применения одного из них) для конкретных эксплуатационных сценариев (междугородные перевозки, городская доставка, карьерные работы) с учетом баланса ресурса, стоимости и сложности внедрения.

2. **Добромиров В.Н.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры наземных транспортно-технологических машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», официальный оппонент:

1. В разделе 1.2 работы приведена Таблица 1.1, из которой следует, что подвеска характеризуется минимальной повторяемостью отказов среди основных узлов автомобиля (всего 3 случая повторных поломок). Данный статистический факт вступает в противоречие с тезисом диссертации о том, что подшипники скольжения балансирной подвески являются критически ненадежным элементом, требующим дорогостоящего усовершенствования. При очевидной актуальности решения проблемы комплексного усовершенствования системы обеспечения работоспособного состояния автотранспортных средств требует пояснения факт выбора в качестве объекта исследования подшипника скольжения балансирной подвески, который, согласно приведенным данным, обладает весьма низкой частотой повторных отказов в общей структуре поломок автомобиля?;

2 На стр. 109 в п. 2.2 указано, что при относительном эксцентриситете $\varepsilon > 0,995$ и радиальном зазоре 85 мкм расчетное значение коэффициента режима смазки составило $\delta = 0,03$, что, согласно предложенной в работе классификации при $\delta < 1$ соответствует граничному трению. Однако в п. 2.5 (Выводы, пункт 2) утверждается, что ключевым фактором перехода в гидродинамический режим ($\delta \approx 3,1$) является радиальное сжатие смазочного слоя. Почему же в рассмотренном случае при значительном радиальном сжатии ($\varepsilon > 0,995$) не был достигнут гидродинамический режим, и не является ли это противоречием?;

3. В резюме по

п.2.3 на стр. 121 отмечено (дословно): «Оптимизация ресурса требует минимизации скорости (5 – 30 км/ч) и выбора покрытий с низким коэффициентом сопротивления, особенно при транспортировке грузов». Хотелось бы понять, как автор представляет практическую реализацию данной рекомендации с учетом решения конкретных транспортных задач на конкретных маршрутах, при конкретной скорости и плотности транспортных потоков, а также с учетом того, что основным фактором, ограничивающим скорость движения по грунтовым дорогам любого состояния, является индивидуальное восприятие водителем негативного воздействия вибронагруженности на рабочем месте; 4. Экспериментально установлено, что подслои ПГ-Ю5-Н обеспечивает более высокую прочность сцепления, чем ПГ-Ю10-Н. Однако в работе отсутствует детальный анализ механических или микроструктурных причин этого превосходства. В чём заключается принципиальное различие в поведении этих материалов?; 5. В разделе 4.4.2 установлено, что в процессе приработки толщина покрытий Molykote 3402 C LF и MODENGY 1003 снижается на 20–30%. При этом в разделе 4.3 прочность сцепления декларируется одним из ключевых показателей надежности подшипника. Не свидетельствует ли такое значительное снижение толщины о начале процесса разрушения покрытия и не опровергает ли это тезис о его высокой адгезионной стабильности?; 6. В разделе 3.6.2 (стр.170) приведено описание процесса подготовки к испытаниям балансирной подвески автомобилей КАМАЗ в части оценки износостойкости сопряжения «ось балансира – подшипник скольжения». Отмечены мероприятия контроля перед монтажом и испытаниями опытного подшипника, но нет информации о контроле другого элемента сопряжения - оси балансира. Не ясно, использовались ли новые оси или уже бывшие в эксплуатации, проверялось ли их фактическое состояние и степень износа. Если такой контроль отсутствовал, то возникает вопрос о чистоте эксперимента; 7. Экономическая эффективность (2514 руб. на автомобиль) рассчитана исходя из разницы в стоимости подшипников с учетом их увеличенного ресурса. Учтены ли в этом расчете сопутствующие затраты: стоимость оборудования для нанесения покрытия, увеличение трудоемкости ремонта, стоимость обучения персонала? Не нивелируют ли эти затраты полученный

экономический эффект?; 8. Отдельные разделы работы насыщены избыточной информацией, например, в п.1.1 дается общеизвестная классификация подвесок, п.1.3.1- тоже относительно методов оценки износа, на стр.134-137 приведено подробное описание конструкции серийной газопламенной горелки «Термика – универсал», имеющееся в инструкции по ее эксплуатации. Подобные излишества вызывает необоснованное увеличение объема диссертации.

3. Заяц Ю.А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации, официальный оппонент: 1. Во введении при указании методологии и методов исследования необходимо более четко указывать используемые в работе теории (в частности, необходимо указать, что лежит в основе используемой гидродинамической теории? То, что уравнения математической физики решаются численными методами – очевидно. Какие методы машинного обучения применены?); 2. Толщина вытеснения пограничного слоя (δ^*) является важным параметром в гидродинамике и количественно описывает влияние вязкого течения вблизи стенки на внешний потенциальный поток. Учитывая величины зазоров в подшипнике целесообразно было бы сделать оценку этой величины; 3. Учитывалось ли в модели изменение динамической вязкости в процессе эксплуатации трансмиссионного масла ТАП-15В? Каков его ресурс в балансирной подвеске?; 4. На рисунке 2.29 представлена топология нейросети, а в таблице 2.4 ошибки для различных топологий. При этом во всех топологиях количество входных параметров равно трем (что явно недостаточно для данной задачи), а количество эпох предельно мало – 1100; 5. При построении модели множественной регрессии в главе 4 нет обоснования выбора факторов. В таблице 4.1 указаны диапазоны варьирования при предварительных испытаниях. А какие уровни приняты в эксперименте? Почему на стр. 206 указан полнофакторный эксперимент 53, а ниже – 23? Почему уровни варьирования R_a не симметричны? Почему при явно выраженном максимуме (нелинейности функции) не применены

композиционные планы?; 6 В работе делается вывод о превосходстве покрытий MODENGY над аналогами Molykote на основе сравнения в основном одного параметра – адгезионной прочности. Учитывая, что эксплуатационные свойства определяются комплексом характеристик (износостойкость, термостабильность, коррозионная стойкость), не является ли такой вывод некорректным?

4. Ведущая организация ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»: 1. Введение в модель Арчарда "коэффициента дорожного полотна" (Кдор) представляется эмпирическим и не имеет строгого физического обоснования. Не показана связь данного коэффициента с конкретными физическими параметрами дорожного покрытия (например, спектральная плотность неровностей, амплитуда колебаний), что делает его использование формальным.; 2. При оптимизации параметров газопламенного напыления и нанесения твердосмазочных покрытий установлены качественные зависимости. Однако, отсутствует глубокая физико-химическая интерпретация полученных оптимальных параметров (например, почему именно угол $\beta = +7^\circ$ или давление 3 атм являются оптимальными), что снижает фундаментальность результатов.; 3. В работе заявлено, что применение биметаллических подшипников и твердосмазочных покрытий увеличивает ресурс на 60-80% и 55-62% соответственно. Однако не указано, по отношению к какому базовому варианту (новому подшипнику из стандартной бронзы БрОФ10-1 или уже отработавшему какой-то срок) проводилось сравнение. Это затрудняет объективную оценку степени улучшения; 4. При описании эксперимента (оценка времени выбега для различных покрытий) не указано, каким образом обеспечивалась идентичность условий для каждого испытания (начальная температура, идентичная начальная частота вращения, идентичная масса и момент инерции ротора, состояние смазки), что является критически важным для обеспечения воспроизводимости и достоверности результатов; 5. В работе представлены многочисленные патенты и свидетельства о регистрации программ, однако не раскрывается принципиальная новизна и отличительные особенности данных технических решений по сравнению с известными аналогами, представленными в других научных работах или коммерческих продуктах; 6. В рамках предложенной концепции функционального

тюнинга представлены три независимых направления (биметаллические подшипники, твердосмазочные покрытия, системы мониторинга). Не показан синергетический эффект от их комплексного применения, а также не проведено сравнительное исследование эффективности каждого метода в отдельности и в комбинации.

5. Серебровский В.И., доктор технических наук, профессор, заведующий заведующей кафедрой электротехники и электроэнергетики, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет имени И.И. Иванова»: 1. Из текста автореферата не ясно, чем технологические разработки автора отличаются от подобных разработок за рубежом.; 2. Из текста автореферата не ясно, что было принято за критерий оптимизации параметров газопламенного напыления и нанесения твердосмазочных покрытий.

6. Мукутадзе М.А., доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»: 1. В автореферате предлагается комплексный подход с использованием математического моделирования, машинного обучения и предиктивной аналитики для оценки износа. Однако экспериментальная часть основана на простейших методах измерения щупом и визуальном осмотре. Почему не используются современные методы диагностики, такие как 3Э-профилометрия или сканирующая электронная микроскопия, для получения более точных данных?; 2. Для валидации модели ресурса выбран конкретный маршрут «Карьер Сухочево - г. Орел» с разными типами дорог. Однако на рисунке 9 – Режимы эксплуатации и маршрут грузового автомобиля, приведены усредненные значения продолжительности работы на разных скоростях, без привязки к длине конкретных участков маршрута. Не является ли такое усреднение излишним упрощением? Как гарантируется, что смоделированный «усредненный» ресурс в 28-35 тыс. км точно соответствует реальному износу на данном конкретном маршруте, а не является простым совпадением?

7. Зедгенизов А.В., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры нефтегазового дела ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»: 1. В работе заявлен комплексный подход,

включающий анализ повреждений, классификацию износа и статистическую обработку. Однако связь между этими этапами показана слабо: например, как результаты статистической обработки повлияли на классификацию износа или выбор материалов?; 2. В работе представлена предиктивная модель с высокими метриками ($R^2 = 0,919$, $MAPE = 2,9\%$). Однако обучающий датасет был сгенерирован на основе самой же теоретической модели (расчет по уравнению Арчарда), а не на основе независимых натурных измерений износа. Не приводит ли это к "замыканию круга", когда модель проверяет сама себя, и не является ли такая проверка некорректной? Как была доказана ее адекватность именно реальному износу, а не теоретической формуле?; 3. В работе одновременно предлагаются и используются крайне простые методы диагностики (например, датчик обрыва цепи) и высокотехнологичные системы на основе ИИ и нейросетей. Не противоречит ли это принципу системности и не приводит ли к избыточности или, наоборот, недостаточности диагностических возможностей в рамках одной системы?

8. **Савельев А.Г.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Подъемно-транспортные системы» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»: 1. Желательно на с. 11 в обзорной части конкретизировать творческий вклад известных ученых в области использования твердосмазочных покрытий, биметаллических подшипников, мониторинга износа рабочей поверхности подшипниковых узлов скольжения с выходом на нерешенные задачи, сформулированные диссертантом; 2. Для большей наглядности результатов экспериментальных исследований с. 25, 30 следует конкретизировать параметры используемого измерительного комплекса (тип, классы, точность, пределы измерения и т.д.) с выходом на суммарную погрешность экспериментальных результатов; 3. Так же на с. 32 более детальное изложение алгоритма предложенной методики с этапами анализа исходных параметров до этапа производства подшипников скольжения со встроенными датчиками диагностики.

9. **Денисов В. А.**, доктор технических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом разработки технологий и multifunctional покрытий

деталей сельскохозяйственной техники ФГБНУ ФНАЦ ВИМ: в качестве замечания можно отметить отдельные вопросы, касающиеся требований более детального экономического сравнения покрытий MODENGY с коммерческими аналогами и аспектов масштабируемости программных комплексов.

10. **Коноплев В.Н.**, доктор технических наук, профессор, доцент кафедры «техники и технологий транспорта», инженерной академии РУДН - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»: 1. Стр. 29 автореферата: при упоминании использования в проводимых экспериментах методов планирования экспериментов не приведена матрица планирования эксперимента 2^3 для получения зависимости прочности сцепления от геометрических параметров поверхности для твердосмазочного антифрикционного покрытия (уравнение 28); 2. Стр. 31: Сравнение прочности группы покрытий двух марок — MODENGY (Россия) и Molykote (США) с указанием размаха от 9,5 до 52,6% приведено без использования статистических оценок значимости, что снижает корректность сравнения; 3. Сравнение твердосмазочных покрытий (Molykote 3402 C LF, MODENGY 1003) в условиях эксплуатации в подшипниках скольжения проводилась методом выбега ротора после остановки электродвигателя (всего 60 циклов) (рисунок 18) по средним значениям времени выбега. Более корректно и наглядно было бы проводить с использованием не только средних значений, но и доверительных интервалов (95 или 99%); 4. Достижение экономического эффекта 8650 руб./автомобиль (стр. 27) от повышения ресурса автомобилей КамАЗ на 60-80% и на 2514 руб./автомобиль (стр. 32) от повышения ресурса на 55-62% более корректно было бы показывать с использованием статистических оценок показателей ресурса; 5. Утверждение на стр. 34: «Экспериментальные данные, полученные в ходе синхронизированной работы трёх контрольно-измерительных систем, демонстрировали согласованность результатов, подтверждая функциональную состоятельность предложенных решений. Анализ измеренных параметров выявил отсутствие статистически значимых расхождений между системами, что свидетельствует о корректности их калибровки и воспроизводимости результатов в рамках заданных

эксплуатационных условий.» Отсутствуют статистические оценки проверки гипотезы о сходимости результатов измерений систем, что существенно украсило бы автореферат.

11. **Шец С.П.**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры производство и сервис в транспортном машиностроении, учебно-научный институт транспорта, ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»: 1. В чем заключается принципиальное отличие и сравнительные преимущества четырех предложенных алгоритмов контроля износа, и при каких условиях целесообразно применение каждого из них?; 2. Каков вклад именно автора в полученные патенты и свидетельства на ПО, учитывая их соавторский характер, и какие из разработанных решений являются наиболее перспективными для массового внедрения в автомобильной отрасли?

12. **Кононенко А.С.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии обработки материалов ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»: 1. Из текста автореферата не понятно, какие алгоритмы резервирования и локальной обработки данных предусмотрены на случай потери связи с облачным хранилищем или кибератак?; 2. Автору следует пояснить, как решается проблема энергопотребления датчиков, интегрированных в подшипник.

13. **Пушкарев А.Е.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры наземных транспортнотехнологических машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»: 1. Несмотря на декларируемую комплексность методологии, включающую методы машинного обучения, в автореферате отсутствует детальная информация о качестве и точности разработанной нейросетевой модели. Указание архитектуры сети и коэффициента детерминации $R^2=0,919$ является недостаточным для полноценной оценки ее адекватности и предиктивной способности в сравнении с известными аналогами. Для работы такого уровня ожидается более глубокий анализ ошибок и валидации модели; 2. В представленных положениях научной новизны заявлено, в частности, что применение комплекса методов позволяет увеличить прочность сцепления антифрикционного покрытия с основанием не

более чем на 20%. Подобная формулировка («не более чем») является нетипичной для описания научного результата, так как указывает на верхний предел, а не на достигнутый гарантированный уровень, что требует более четкого объяснения и интерпретации. 3. Вызывает некоторое сомнение обоснованность выделения девяти задач исследования, часть из которых, например, задачи 5 и 6, направленные на повышение прочности сцепления покрытий, носят перекрывающийся характер и могли быть сформулированы более компактно. Это создает впечатление некоторой искусственной масштабируемости работы.

14. **Апатенко А.С.**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технический сервис машин и оборудования, института механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»: 1. В автореферате рисунки представлены мелко, что затрудняет трудность их прочитывания; 2. В автореферате в качестве объекта исследования рассмотрены нагруженные подшипники скольжения балансирной подвески грузовых автомобилей, уровень динамических нагрузок определяется из условий состояния дорожного полотна и веса перевозимого груза, при этом не представлено рассматривалась ли изменение нагрузок с учетом в узлах балансиров с учетом подрессоренных и непрессоренных масс; 3. Стоит дать пояснение по уровню значимости влияния представленного в п. 3 стр. 35 значения «уточненного безразмерного коэффициента износа $K=4,3 \cdot 10^{-5}$ (граничное трение); 4. Следовало бы в автореферате п. 5 и п. 6 стр. 36 - 37, уточнить для какого периода представлены результаты экономической эффективности.

15. **Булычев В.В.**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой колесные машины и прикладная механика; **Голубина С.А.**, кандидат технических наук, Калужский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»: 1. Недостаточно проанализированы известные конкурентные технические решения, связанные с повышением износостойкости подшипников скольжения; 2. При математическом моделировании пренебрегается

влиянием вибрационных нагрузок, что может привести к изменению расчетной оценки грузоподъемности подшипника.

16. Албагачиев А.Ю., доктор технических наук, профессор, заведующий отделом «Трение, износ, смазка. Трибология», и. зав. лабораторией «Лаборатория узлов трения для экстремальных условий», Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук: В качестве замечания по материалам автореферата можно отметить недостаточное внимание при проведении теоретических и экспериментальных исследований влиянию скоростей скольжения и температур в зоне трения на износ используемых соискателем твердосмазочных и биметаллических антифрикционных покрытий.

17. Хакимов Р.Т., доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобилей, тракторов и технического сервиса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»: 1. В работе представлены впечатляющие результаты по увеличению ресурса – 60–80% для биметаллических подшипников и 55–62% для подшипников с твердыми покрытиями. Каков прогнозируемый совокупный эффект от одновременного применения всех трех элементов предложенной концепции – биметаллического подшипника, твердосмазочного покрытия и системы мониторинга? Проводились ли испытания, где все эти решения были реализованы совместно?; 2. Нейросетевая модель демонстрирует высокую точность со средним абсолютным процентом ошибки 2,9%. Насколько устойчива эта модель к значительным изменениям эксплуатационных условий, не представленных в обучающей выборке, например, к экстремально низким температурам или работе в агрессивных средах?

18. Дорохин С.В., доктор технических наук, доцент, декан автомобильного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»: 1. Критические параметры (шаг резьбы $P=3$ мм, шаг ролика $t=1,6$ мм, заглубление $h=0,6$ мм) были установлены экспериментально. Проводилось ли математическое или физическое моделирование для объяснения, почему именно эти значения являются оптимальными?; 2. Испытания на износ проводились только на автомобилях

КамАЗ в конкретных регионах. Учтены ли другие марки автомобилей или более жёсткие условия эксплуатации?

19. **Малолетов А.В.** доктор физико-математических наук, доцент, директор института робототехники и компьютерного зрения, АНО ВО «Университет Иннополис»: 1. Математическая модель, несмотря на высокую степень детализации, могла быть дополнена анализом упругих деформаций вала и втулки (эффект упругого ротора) особенно при вибрационных нагрузках высокой частоты; 2. Было бы полезно провести сравнение предложенной модели с современными мультифизическими CFD – подходами, что позволило бы подтвердить устойчивость смазочного клина; 3. В нейросетевом блоке можно было бы уточнить интерпретацию полученных весовых коэффициентов и провести анализ чувствительности модели к параметрам эксплуатации.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой компетентностью в тематике диссертационной работы, значительными научными достижениями и профессиональными знаниями в области эксплуатации автомобильного транспорта, эксплуатационной надежности автомобилей, агрегатов и систем, закономерностях изменения технического состояния автомобилей, их агрегатов и систем, технологического оборудования предприятий, совершенствовании на их основе систем технического обслуживания и ремонта, определении нормативов технической эксплуатации, эффективности и качества эксплуатационных материалов, закономерностях изменения характеристик, показателей работоспособности, определения нормативов расходования и рациональных сроков службы эксплуатационных материалов и их влияние на ресурс агрегатов автотранспортных средств, развитии информационных технологий в сфере перевозок, технической эксплуатации и сервиса, что подтверждается значительным количеством публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, а также в изданиях, входящих в зарубежные базы цитирования Scopus и Web of Science.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс методологических и технологических решений для повышения ресурса грузовых автомобилей, который включает в себя математические модели для анализа гидродинамики, изнашивания и прогнозирования остаточного ресурса подшипников скольжения балансирной подвески, а также нейросетевую предиктивную модель с архитектурой 3-32-16-8-1 для оценки остаточного ресурса. Технические решения основаны на синергии биметаллических подшипников с антифрикционными покрытиями, твердосмазочных материалов (MoS₂, графит) и систем предиктивной диагностики, включающих мониторинг износа.

предложены новые технические и технологические решения, в числе которых концепция функционального тюнинга подшипниковых узлов, объединяющая применение биметаллических подшипников, твердосмазочных покрытий и систем мониторинга, конструкции подшипников скольжения со встроенными датчиками, различные алгоритмы контроля износа (дискретный, многопозиционный и нейросетевой), а также новые методы повышения прочности сцепления покрытий, такие как модификация поверхности основы с использованием термореагирующих покрытий в качестве подслоя и послойное пластическое деформирование антифрикционного слоя;

доказана научная обоснованность и практическая эффективность предложенных решений, в частности: определяющее влияние эффекта гидродинамического сдавливания смазочной пленки на формирование режима смазки и несущей способности подшипника; существенное увеличение прочности сцепления антифрикционных покрытий с основой (до 20 %) и их износостойкости при использовании разработанного комплекса методов, а также превосходство отечественного твердосмазочного покрытия MODENGY над коммерческими аналогами по адгезионной прочности и триботехническим характеристикам, что подтверждено актами внедрения и повышением ресурса подшипников на 55–80 %;

введены новые элементы в методический аппарат и модели, такие как: коэффициент дорожного полотна (Кдор), в модифицированное уравнение Арчарда

для оценки ресурса; экспериментально уточнён безразмерный коэффициент износа ($K = 4,3 \cdot 10^{-5}$) для пары трения БрОФ10-1/Сталь 45ХН; модифицированное уравнение Рейнольдса, адаптированное для моделирования сложного возвратно-вращательного движения в подшипнике балансирной подвески и многофакторная регрессионная модель для определения прочности сцепления твердосмазочных покрытий в зависимости от технологических параметров их нанесения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны принципиальная возможность реализации гидродинамического режима смазки в сложнагруженных подшипниках скольжения балансирной подвески грузового автомобиля за счет комбинированного эффекта сдвига и динамического сжатия смазочного слоя, **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплексный подход, интегрирующий методы машинного обучения (искусственные нейронные сети) с физическими моделями трения и изнашивания, для создания методологии предиктивной аналитики остаточного ресурса подшипниковых узлов скольжения;

изложена гипотеза о том, что выбор научно обоснованного и апробированного комплекса методов и систем контроля износа обеспечивает синергетический эффект повышения ресурса подшипников скольжения балансирной подвески грузового автомобиля;

раскрыты закономерности формирования несущей способности, полей давлений и моментов трения в подшипниках скольжения балансирной подвески грузового автомобиля, работающих в условиях возвратно-вращательного движения при смешанном режиме смазки в процессе эксплуатации транспортного средства;

изучены структурно-механические особенности и механизмы формирования биметаллических и твердосмазочных антифрикционных покрытий, установлены количественные зависимости их прочности сцепления и микротвердости от технологических параметров их нанесения. Полученные результаты позволили оптимизировать технологические режимы для создания антифрикционных слоёв, сочетающих высокую несущую способность биметаллической основы с низким коэффициентом трения твердосмазочных компонентов. Это является основой для

разработки новых, долговечных подшипников скольжения балансирных подвесок, что напрямую способствует решению главной задачи исследования – значительному увеличению межремонтного пробега и общего ресурса грузовых автомобилей;

проведена модернизация классической модели оценки износа (уравнение Арчарда) путем введения коэффициента дорожного полотна и экспериментального уточнения безразмерного коэффициента износа для конкретной пары трения, что повысило адекватность прогнозирования ресурса подшипников скольжения балансирной подвески грузовых автомобилей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен ряд новых технических и технологических решений, подтвержденный патентами, программами ЭВМ и базой данных, которые применяются отраслью материального производства (транспортным комплексом и его современной структурой) и предприятиями, эксплуатирующими грузовые автомобили, а также в сфере образования, направленные на решение задачи увеличения ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок;

определены статистические закономерности и классификация износа подшипников скольжения в зависимости от условий эксплуатации (междугородные перевозки, эксплуатации в карьерах и эксплуатации за пределами городской черты), что позволяет дифференцировать подходы к техническому обслуживанию грузовых автомобилей;

создана система практических рекомендаций, направленных на повышение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок, включающая технологические параметры газопламенного напыления и послойного деформирования, методики применения термореагирующих порошков и нанесения твердосмазочных покрытий, практические руководства по контролю зазоров и выбору типа подшипников, оптимизацию маршрутов и скоростных режимов, а также алгоритмы предиктивной

аналитики и интегрированные системы мониторинга с датчиками износа и температуры;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию разработанных методов, методик и моделей, направленные на увеличение ресурса балансирных подшипников скольжения грузовых автомобилей на основе их функционального тюнинга.

Оценка достоверности результатов выявила:

для экспериментальных работ показана достоверность и воспроизводимость результатов, подтвержденная успешным внедрением разработанных технологий, конструкций и программных средств на предприятиях автомобильного транспорта, что зафиксировано актами внедрения, а также защитой результатов интеллектуальной деятельности патентами и свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ;

теория построена на известных проверенных исходных данных и достаточно полно согласуется с опубликованными результатами по теме диссертации, а также на статистических данных, полученных в ходе проведения эксперимента; аналитические результаты согласуются с опубликованными экспериментальными исследованиями;

идея базируется на анализе основных положений известных работ, ведущих отечественных ученых, а также на обобщении результатов зарубежных исследований, позволяющих обосновать вывод об эффективности функционального тюнинга подшипников скольжения;

использованы доступные и известные результаты ранее проводимых и современных теоретико-прикладных отечественных и зарубежных исследований по проблемам, связанным с увеличением ресурса подшипников скольжения, которые легли в основу исследований и хорошо коррелируют с результатами представленного диссертационного исследования;

установлено соответствие теоретических моделей и экспериментальных данных. Это подтверждается, в частности, сходимостью результатов численного моделирования гидродинамических характеристик подшипников с физическими

процессами, а также адекватностью модифицированной модели Арчарда и нейросетевой предиктивной модели закономерности изнашивания;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, стандартизированные и аттестованные методики и оборудование, включая универсальные разрывные машины (ИР 5047-50, ГМС-50) в соответствии с ГОСТ 7855-68, трибологические стенды (МТУ-01), методы металлографического анализа, атомно-силовой микроскопии, профилометрии и ИК-спектроскопии. Статистическая обработка данных проводилась с применением непараметрических методов (критерий Колмогорова-Смирнова, Bootstrapping), что обеспечило репрезентативность выборок и адекватность выводов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследования, формулировании всех основных идей, положенных в основу увеличения ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок, целей и задач работы, выборе основных направлений теоретических и экспериментальных исследований, разработке методов их формирования и реализации, получении исходных данных при проведении научного эксперимента, формулировании выводов и внедрении результатов исследований, выполненных лично автором, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

Соискатель Родичев А.Ю. ответил на все задаваемые вопросы и привел собственную аргументацию, касающуюся разработанных и представленных им новых технических и технологических решений, методов, математических моделей, схем и алгоритмов.

На заседании 12 ноября 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие увеличить ресурс грузовых автомобилей за счет функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Родичеву Алексею Юрьевичу ученую степень доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту – 0 человек, проголосовали за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

99.2.032.03

Ученый секретарь

диссертационного совета

99.2.032.03

12 ноября 2025 г.



В.А. Голенков

В.В. Васильева