

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию **Серебрякова Игоря Андреевича** «Снижение трудоемкости диагностирования автомобилей на основе данных безотказности методом структурной оптимизации алгоритмов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – эксплуатация автомобильного транспорта.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 101 странице, содержит 41 рисунок, 8 таблиц, список использованных источников, включающий библиографический список из 93 наименований на 8 страницах и список публикаций соискателя из 17 наименований на 3 страницах, 7 приложений на 9 страницах.

### **1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК**

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.22.10 (эксплуатация автомобильного транспорта), утвержденному приказом ВАК Республики Беларусь № 45 от 01.03.2023, поскольку область исследования соответствует разделу III, пункту 7 указанного паспорта «Эксплуатационная надежность автомобильных транспортных средств, агрегатов и систем; ...; диагностирование, техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств; технология, организация и управление при технической эксплуатации автомобильной техники и оборудования».

Материал диссертации относится к техническим наукам.

### **2. Актуальность темы диссертации**

Содержания парка автомобилей в технически исправном состоянии в течение всего срока их службы с минимальными затратами возложено на планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта, включающую производственные здания, технологическое оборудование и оснастку, техническую документацию и исполнителей. В последнее время эта система дополняется элементами диагностирования, позволяющими определять техническое состояние агрегатов и систем транспортных средств безразборными способами. Развитие науки о диагностировании объектов выводит систему технического обслуживания и ремонта техники на новый уровень с возможностью назначением объема и вида ремонтных работ не после состоявшегося отказа в заранее неизвестный момент времени, а во время предотказного периода, когда средствами диагностирования прогнозирован предстоящий отказ и установлен остаточный ресурс изделия.

Рассматриваемая работа и направлена на совершенствование указанного научно-технического направления.

*Вх. № 11-52/84  
от 26.09.2023*

### 3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Впервые установлены закономерности распределения эксплуатационных отказов автомобильных агрегатов по мере их наработки с изменяющейся трудоемкостью диагностирования, что позволило доказать, что трудозатраты на диагностирование могут быть снижены за счет реструктуризации алгоритмов.

Получил развитие метод оптимизации диагностических алгоритмов путем: преобразования диагностической карты к формату расширенного графа, дополненного данными о трудоемкости диагностических операций вероятности исходов; перевода созданного графа в цифровой формат в виде условного алгоритма, адаптированного к компьютерной обработке; оптимизации алгоритма диагностирования с использованием разработанных принципов снижения трудоемкости, обратного преобразования оптимизированного алгоритма в графическую форму, что позволило снизить среднюю трудоемкость диагностирования.

Впервые разработан способ оценки эффективности диагностических алгоритмов, основанный на моделировании потока отказов по методу Монте-Карло, позволивший доказать, что использование разработанного метода оптимизации алгоритмов диагностирования обеспечивает снижение трудоёмкости диагностических процессов.

### 4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов исследований обеспечена обоснованным выбором методик, многократным повторением экспериментов и сопоставлением экспериментальных значений исследуемых величин с их теоретическими значениями путем использования статистических критериев.

Экспериментальные исследования сопровождались их планированием, они включали многолетний объем наблюдений, построение математических моделей, оптимизационные процедуры и расчеты ошибок экспериментов. Исследования базировались на методах системного анализа и математической статистики, применяемых при решении задач в статистической постановке.

Содержание *первого вывода* основных научных результатов диссертации объективно вытекает из: анализа экспериментальных сведений о случаях обращения заказчиков на предприятие «Минск-Лада» для устранения неисправностей автомобилей; установления закономерности распределения отказов и частоты возникновения неисправностей; изучения зависимости изменения трудоемкости диагностирования от пробега автомобилей; учета последовательности выполнения диагностических операций.

При этом установлена средняя трудоемкость диагностирования одного двигателя (2,76 чел-ч для автомобилей Lada Vesta, Xray, Largus) и доказана возможность ее снижения за счет реструктуризации соответствующего алгоритма.

*Второй вывод* базируется на разработанном методе оптимизации диагностических алгоритмов, включающем: преобразование диагностических карт в расширенные графы, содержащие значения трудоёмкости операций и вероятно-

сти исходов; представление их в цифровом виде, доступном для алгоритмической обработки; использование доказанной автором теоремы об уменьшении трудоёмкости диагностирования с выявлением глобального минимума математического ожидания общей трудоёмкости диагностирования.

**Третий вывод** определен разработанным способом сравнения эффективности алгоритмов диагностирования, основанном на моделировании потока отказов методом Монте-Карло с учётом полученных экспериментальным путем вероятностей неисправностей. Применение разработанного метода обеспечило снижение трудозатрат на диагностирование на 27,7 %.

Заключительный **четвертый вывод** подтвержден комплексом мероприятий по организации сервисных работ с использованием разработанного метода, оборудования и компьютерной программы, что вместе снижает трудоемкость диагностирования.

Практические рекомендации подтверждены актами о практическом использовании результатов диссертации как в деятельности сервисных предприятий, так и в учебном процессе.

## **5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию**

*Научная значимость* результатов выражается в обосновании структуры диагностических операций на основе установления вероятностей отказов и разработке метода совершенствования диагностических алгоритмов, что позволило снизить трудоемкость диагностирования.

*Практическая значимость* результатов определяется возможностью принятия обоснованных технических решений при техническом перевооружении или реконструкции производственных участков по диагностированию автомобилей. Результаты диссертационных исследований рекомендуется использовать для совершенствования технологии диагностирования на любых предприятиях автосервиса автомобилей (в том числе для новых моделей автомобилей).

*Экономическая значимость* подтверждается эффективностью внедрения разработанного метода в практику участка диагностирования автомобилей организации автосервиса СОАО «Минск-Лада», рассчитанной с учетом усредненного объёма работ, выполненных за 2020-2021 гг. Годовая прибыль увеличилась с 2,3 тыс. руб. до 13 тыс. руб. с ростом рентабельности до 7,6 %.

Результаты диссертации могут быть использованы автотранспортными предприятиями при разработке и обосновании решений, направленных на повышение эффективности диагностических воздействий, а также учреждениями образования при подготовке специалистов по эксплуатации автомобильного транспорта.

## **6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати**

Требования пункта 19 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий в Республике Беларусь» к опубликованности результатов выполнены.

По результатам исследований опубликовано 17 научных работ, в том числе 4 статьи общим объемом 1,7 авторских листа в рецензируемых научных изданиях, включенных в список научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, 3 статьи в научно-технических журналах, 8 статей в виде материалов конференций, и в качестве раздела в коллективной монографии. Новизна технических решений подтверждена одним патентом на изобретение. Имеется свидетельство № 019 о регистрации компьютерной программы под наименованием AIGoPro.

Основные положения и результаты диссертации полно доложены и опубликованы на научных конференциях и форумах Минска и Нефтекамска и апробированы на предприятиях СООО «Минск-Лада» и СООО «Атлант-М Фарцойгхандель».

### **7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК**

Оформление диссертации соответствует требованиям Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата и публикаций по теме диссертации. Небольшие текстовые погрешности помечены карандашом на полях рукописи.

Стиль изложения соответствует требованиям, предъявляемым к написанию научно-технической литературы. Диссертационная работа написана ясным языком, удачно структурирована и иллюстрирована с использованием современных компьютерных программных средств.

Качество оформления работы – хорошее.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

### **8. Замечания по диссертации**

1. Встречаются изъяны в терминологии. Например, термин «диагностика» определяет науку об определении технического состояния объектов, а термин «диагностирование» – определяет соответствующий технологический процесс.

2. Диссертация, по определению, должна быть посвящена решению научной задачи, однако эта задача и концепция ее предстоящего решения сформулирована недостаточно четко.

3. Основной акцент в работе сделан на снижении трудоемкости диагностирования объекта, в то время как основными задачами диагностирования являются объективное определение вида и причин отказов и расчет остаточного ресурса изделия.

4. Неудачно названы рисунки 2.3 и 2.4. На них мы видим не стенды моделей, а физические модели соответствующих систем автомобиля. Рисунок 2.5 с изображением подкапотного пространства автомобиля малоинформативен, он без должного описания и может быть исключен.

5. Важный элемент работы в виде теоремы о перестановке родительского и дочернего узлов графа, доказывающей условия снижения средней трудоемкости диагностирования, не получил должной оценки в результатах работы. То же можно сказать и об изобретении «Стенд для диагностирования антиблокировочной тормозной системы».

## 9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Изучение диссертационной работы **Серебрякова И.А.**, ее автореферата и опубликованных работ по теме диссертации, личное общение с автором подтверждают высокую профессиональную и научную квалификацию соискателя в области эксплуатации автомобильного транспорта. Он обладает способностью к научной деятельности, владеет современными методами исследований.

Уровень решения поставленных научных проблем и выполненных диссертационных исследований свидетельствует о том, что квалификация соискателя соответствует квалификации кандидата технических наук.

## 10. Заключение

Приведенные замечания не затрагивают сущности работы. Считаю, что рассматриваемая работа соответствует требованиям пунктов 20 и 21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий в Республике Беларусь», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – **Серебряков Игорь Андреевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – эксплуатация автомобильного транспорта – **за новые научные теоретические и экспериментальные результаты** в теории и практике диагностирования автомобильных агрегатов и систем, **включающие:**

- зависимости распределения вероятности отказов частей автомобилей при их различной наработке с оценкой трудоемкости определения вида неисправностей, позволившие определить среднюю трудоемкость диагностирования одного автомобиля и доказать возможность снижения трудозатрат за счет реструктуризации применяемого алгоритма;

- метод оптимизации алгоритмов диагностирования автомобилей, включающий преобразование диагностической карты к формату расширенного графа, перевод созданного графа в цифровой таксономический формат, адаптированный к компьютерной обработке, оптимизацию условного алгоритма диагностирования на основании разработанных принципов снижения трудоемкости и обратное преобразование оптимизированного алгоритма в графическую форму, позволяющий снизить среднюю трудоемкость диагностирования;

- способ сравнительной оценки эффективности диагностических алгоритмов, основанный на моделировании потока отказов с использованием метода Монте-Карло и доказанной теоремы о результатах перестановки родительского и дочернего узлов графа, утверждающий, что использование разработанного метода оптимизации алгоритмов диагностирования обеспечивает снижение трудоёмкости диагностических процессов;

- комплекс мероприятий, включающий использование разработанного метода, компьютерной программы и оборудования, обеспечивающий объективное обнаружение отказов агрегатов и систем автомобиля со снижением трудоемкости диагностирования,

**что в совокупности обеспечивает** снижение трудоёмкости процессов ди-

агностирования автомобилей в организации автосервиса СОАО «Минск-Лада» за счет внедрения новых технических решений в среднем на 27,7 %, получение годовой прибыли в размере 13 тыс. руб. с ростом рентабельности до 7,6 %.

Профессор кафедры автомобильного транспорта УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», доктор технических наук, профессор



Иванов В.П.

21.09.2023

получено 26.09.23

А.А.С. Сафонов

С отрывком документа 27.09.2023

И.И. Серебряков

Подпись Иванов В.П. достоверно  
Специалист по кадрам

