

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Петина Виктора Викторовича на тему: «Повышение активной безопасности автомобиля на основе синтеза адаптивного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины.

На отзыв представлены диссертация и автореферат. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации 168 страниц, автореферат изложен на 22 страницах, включая список основных публикаций по теме исследования.

### **1. Актуальность темы исследования**

Автомобиль с самого начала его появления являлся транспортным средством повышенной опасности. Повышение безопасности автомобиля и снижение количества дорожных происшествий всегда являлись одними из ключевых задач автомобилестроения. Одним из перспективных путей повышения безопасности дорожного движения является развитие и распространение интеллектуальных систем активной безопасности автомобиля, в том числе системы автоматического экстренного торможения. Поскольку работа направлена на повышение активной безопасности автомобиля, тема работы, несомненно, актуальна.

### **2. Задачи, решаемые в работе**

В представленной работе автором акцентирует внимание на решении следующих основных задач:

- 1) Разработка уточненной математической модели функционирования системы автоматического экстренного торможения (далее САЭТ), учитывающую сценарии поведения автомобиля-лидера, работу сенсорной аппаратуры автомобиля, наличие дополнительных систем активной безопасности в конфигурации тормозной системы.
- 2) Дополнение методики прогнозирования коэффициента сцепления колес автомобиля с опорной поверхностью в сложных дорожно-климатических условиях.
- 3) Синтезирование адаптивного алгоритма функционирования системы аварийного экстренного торможения и разработка средств его реализации.
- 4) Проведение экспериментальных исследований с оценкой достоверности прогнозирования коэффициента сцепления, времени срабатывания тормозного привода и тормозного пути в сложных дорожно-климатических условиях.
- 5) Проведение технико-экономической оценки результатов исследования и разработка практических рекомендаций по повышению эффективности функционирования САЭТ.

### **3. Степень научной новизны результатов, выносимых на защиту**

Научной новизной обладают следующие положения:

- Дополнена существующая методика прогнозирования коэффициента сцепления колес автомобиля с опорной поверхностью в сложных дорожно-климатических условиях.
- На основе полученного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения предложена уточненная зависимость для определения остановочного пути автомобиля.
- Предложены технические решения и практические рекомендации по повышению эффективности работы систем автоматического экстренного торможения в сложных дорожно-климатических условиях.

#### **4. Обоснованность и достоверность полученных результатов**

Автором работы выполнен достаточно большой комплекс исследований с использованием математического моделирования, которое включает в себя особенности разработанного алгоритма функционирования. Экспериментальные исследования проведены в большом объеме с использованием современных методов испытаний и регистрирующего оборудования высокой точности.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях и научных форумах.

#### **5. Практическая значимость**

Петиным В.В. предложены методики построения системы автоматического экстренного торможения, которые позволяют на начальных стадиях проектирования автомобиля заложить функционал активной безопасности, позволяющий повысить эффективность функционирования системы автоматического экстренного торможения.

В диссертации автором даны практические рекомендации по повышению эффективности работы систем автоматического экстренного торможения, способные обеспечить высокую реализацию тормозных свойств автомобиля.

Материалы, представленные в диссертации, могут найти применение в проектно-конструкторских и научных организациях, занимающихся разработкой и усовершенствованием систем активной безопасности и систем интеллектуальной помощи при вождении.

#### **6. Публикации основных результатов работ**

Полнота изложения материалов диссертации подтверждена в 5 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе 2 в изданиях, входящих в Scopus.

Основные положения и результаты диссертационной работы заслушаны и обсуждены на следующих конференциях:

- Международной научно-технической конференции «Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации», ИРНИТУ (Иркутск, 23-26 апреля 2019г.);
- Международном автомобильном научном форуме МАНФ-2019 «Технологии и компоненты наземных интеллектуальных транспортных систем», ФГУП «НАМИ» (Москва, 16-18 октября 2019г.);
- Международном автомобильном научном форуме МАНФ-2020 «Наземные интеллектуальные транспортные средства и системы» и АВТОНЕТ - 2020 «Форум

инновационных транспортных технологий», ФГУП «НАМИ» (Москва, 20-21 октября 2020г.);

- Международном автомобильном научном форуме МАНФ-2021 «Наземные инновационные транспортные средства с низким углеродным следом», ФГУП «НАМИ» (Москва, 18-19 октября 2021г.).

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

Содержание диссертации соответствует научной специальности 05.05.03 «Колёсные и гусеничные машины», а именно пунктам:

1. Методы оптимизационного синтеза транспортных средств, их отдельных функциональных узлов и механизмов.
2. Методы расчета и проектирования транспортных средств.
3. Повышение качества, экономичности, долговечности и надежности, безопасности конструкции, экологических характеристик и других потребительских и эксплуатационных параметров транспортных средств.

Автореферат диссертации соответствует содержанию работы. Общая характеристика работы и заключения, приводимые в автореферате отражают соответствующие разделы диссертации.

## **8. Оценка содержания диссертационной работы**

**Во введении** автор описывает количество и сценарии дорожно-транспортных происшествий в мире и, непосредственно, в России. Даёт краткое описание существующих аналогов систем автоматического экстренного торможения, аргументирует перспективы повышения безопасности автомобилей и снижение количества ДТП в случае распространения систем автоматического экстренного торможения и повышения их эффективности. Формулируются цели и задачи работы, описывается предполагаемый подход к решению поставленных задач.

**В первой главе** В.В. Петиным представлено состояние вопроса на основе анализа отечественных и зарубежных научно-технических работ по тормозным системам, а также системам активной безопасности колесных транспортных средств. Автор описывает методики проведения испытаний систем автоматического экстренного торможения, описывает их принцип работы и недостатки, приводит обоснования для работ по повышению эффективности функционирования систем автоматического экстренного торможения для регионов со сложными дорожно-климатическими условиями.

**Вторая глава** посвящена описанию разработки математической модели функционирования системы автоматического экстренного торможения. Описывает примененные принципы и особенности разработанной модели, приводит примеры полученных моделей для расчета, а также используемые принципы построения алгоритма. Производит синтез адаптивного алгоритма системы автоматического экстренного торможения путем введения в существующие формулы расчета предлагаемые поправочные коэффициенты и алгоритм нечеткой логики.

**В третьей главе** описана методика и результаты проведенного экспериментального исследования. Объектом для исследования являлся один из рабочих прототипов проекта ЕМП ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». Автор описывает результаты проведенных испытаний на корректность предлагаемых им поправочных коэффициентов и алгоритма прогнозирования коэффициента сцепления на различных дорожных покрытиях и в различных климатических условиях: сухой асфальт, мокрый асфальт, укатанный снег. По итогам проведения экспериментального исследования Петиным В.В. получена достаточная сходимость расчетных и экспериментальных параметров.

**В четвертой главе** приводятся результаты, показывающие эффективность применения разработанных математических моделей, описывается проведенная экспериментальная оценка эффективности функционирования системы автоматического экстренного торможения на поверхностях с низким коэффициентом сцепления, проводится сравнение предложенного автором алгоритма и стандартного. Приведена технико-экономическая оценка и рекомендательные методики к разработке математической модели системы автоматического экстренного торможения.

**В заключении** диссертации описываются основные результаты работы и ее содержание.

**Автореферат** соответствует содержанию диссертации.

## **9. Основные замечания и вопросы по диссертационной работе**

1. В разделах 1.3 и 1.4 автор работы детально описывает методику проведения испытаний по сценариям EuroNCAP, однако в тексте оговаривается об их низкой эффективности. При этом автор не приводит описание эффективных сценариев оценки работы системы автоматического экстренного торможения.
2. В таблице 4 автор описывает часть разработанных правил нечеткой логики. В нем присутствует такой параметр, как датчик интенсивности осадков, однако далее в качестве переменной вместо него автор использует текущий режим работы стеклоочистителей. Не ясно, какой из этих параметров в действительности используется.
3. В разделе 3.3 автор описывает измерительное и записывающее оборудование, а также приводит графики записи замедлений, где отмечает присутствие шума записи данных, из чего в последствии выбирает в качестве источника информации замедление от системы ESP. Из описания не ясно, почему автор выбирает именно этот источник, поскольку из представленных графиков не видно явного преимущества этих данных о замедлении.
4. В разделе 3.7 автор представляет фильтр анализа значений замедления транспортного средства для расчета коэффициента сцепления. При этом нет описания допущений получаемых значений и принципа, по которому происходит автоматический расчет значения установившегося замедления.
5. При проведении испытаний на сходимость расчетного и прогнозируемого коэффициента сцепления отсутствовали испытания на проверку действительного коэффициента сцепления дорожного полотна посредством специального оборудования.

6. При описании результатов пробеговых испытаний по маршруту Ноябрьск-Москва отсутствует описание цели проведения данных работ. Следовало бы указать контролируемые параметры при движении и их значения для повышения эффективности работы предлагаемого алгоритма.

Указанные замечания не снижают научную значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования В.В. Петина

## 10. Заключение

Оценивая в целом диссертационную работу считаю, что работа Петина В.В. на соискание степени кандидата технических наук является завершенной научно-технической работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов соответствует предъявляемым требованиям. Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Петин Виктор Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины.

### Официальный оппонент

Доктор технических наук, доцент

Профессор кафедры ЛТ7

«Транспортно-технологические средства  
и оборудование лесного комплекса»

Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана

 В.Г. Дыгало  
22.08.2022

### Личная информация оппонента:

Почтовый адрес: 141005, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д.1

ФГБОУ ВО МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищинский филиал;

тел. (498) 687-35-93, dygalo@mgul.ac.ru;

докторская диссертация по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Я, Дыгало Владислав Геннадиевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Петина Виктора Викторовича, и их дальнейшую обработку.



Дыгало Владислав Геннадиевич

Подпись Дыгало В.Г. заверяю



