

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 217.014.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ - «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И АВТОМОТОРНЫЙ
ИНСТИТУТ «НАМИ» МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ТОРГОВЛИ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 07.09.2022 г. №14

О присуждении Петину Виктору Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение активной безопасности автомобиля на основе синтеза адаптивного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения» по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины» принята к защите 03 июня 2022 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом Д 217.014.01, созданным на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ») Министерства промышленности и торговли РФ, 125438, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2, приказ Минобрнауки России о создании совета от 11 апреля 2012 г., № 105/НК.

Соискатель Петин Виктор Викторович, 29 апреля 1994 года рождения, в 2018 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» (ФГБОУ ВО «Московский политех»), с присвоением квалификации магистра по специальности «Электроэнергетика и электротехника». В 2018 г. Петин Виктор Викторович поступил на очное

отделение аспирантуры ФГУП «НАМИ» по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение», специальность 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

С июня 2016 г. по настоящее время работает в ФГУП «НАМИ», в центре «Интеллектуальные системы», где занимал и занимает следующие должности: техник (2016 г.), инженер-конструктор 3 категории (2016 – 2018 г.г.), инженер-конструктор 2 категории (2018 – 2019 г.г.), инженер-программист 1 категории (2019 г. по н.в.).

Диссертация выполнена в центре «Интеллектуальные системы» ФГУП «НАМИ» Министерства промышленности и торговли РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Келлер Андрей Владимирович, заместитель генерального директора ФГУП «НАМИ».

Официальные оппоненты:

Дыгало Владислав Геннадиевич, доктор технических наук (специальность 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины»), доцент, профессор кафедры «Транспортно-технологические средства и оборудование лесного комплекса» Мытищинского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»);

Тумасов Антон Владимирович, кандидат технических наук (специальность 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины»), доцент, заведующий кафедрой «Автомобили и тракторы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»),

- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» (ФГБОУ ВО «МАДИ»), в своем положительном отзыве, подписанном: доктором технических наук, профессором, заместителем заведующего кафедрой «Автомобили» Гаевским Виталием Валентиновичем; утвержденном доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе Карелиной Марией Юрьевной; – **указала, что** рассматриваемая диссертация Петина Виктора Викторовича является завершенной научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям ВАК в которой содержится решение научной задачи, связанной с повышением активной безопасности автотранспортных средств. Диссертационное исследование имеет значение для развития автомобильной отрасли страны. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Выполненное исследование отвечает паспорту научной специальности 05.05.03 – «Колёсные и гусеничные машины» и соответствует критериям оценки кандидатских диссертационных работ, изложенным в пп. 9...11, 13,14 Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. «О порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертации «Повышение активной безопасности автомобиля на основе синтеза адаптивного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения» Петин Виктор Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из которых 2 в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus, приравниваемых к публикациям ВАК РФ (Постановление Правительства РФ №426 от 20.03.2021 г. «О внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ...»):

1. Petin, V. V. Description and tests of a control system for automatic emergency braking of a car with an algorithm for predicting the adhesion of automobile tires to the road surface / V. V. Petin, A. V. Keller // Journal of Physics: Conference Series : International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering (AIME 2021), Novorossiysk, 15–16 июня 2021 года / IOP Publishing. – Novorossiysk: IOP PUBLISHING LTD, TEMPLE CIRCUS, TEMPLE WAY, BRISTOL, ENGLAND, BS1 6BE, 2021. – P. 012100. – EDN GENHTU. **Издание входит в перечень Scopus.**

2. Petin, V. V. Modeling the algorithm of the automatic emergency braking system with the prediction of the coefficient of tire grip / V. V. Petin, A. V. Keller // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Automobile Scientific Forum, IASF 2019 "Technologies and Components of Land Intelligent Transport Systems", Moscow, 16–18 октября 2019 года. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012012. – DOI 10.1088/1757-899X/819/1/012012. – EDN YXHMME. **Издание входит в перечень Scopus.**

3. Петин, В. В. Разработка алгоритма прогнозирования коэффициента сцепления автомобильных шин с дорожным покрытием для системы автоматического экстренного торможения / В. В. Петин, А. В. Келлер // Форум инновационных транспортных технологий, наземные интеллектуальные транспортные средства и системы: Объединённый международный онлайн форум, Москва, 14–15 октября 2020 года. – Москва: Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт "НАМИ", 2020. – С. 1309-1322. – EDN LELD WV.

4. Петин, В. В. Анализ проблемы создания конкурентоспособной системы автоматического экстренного торможения на автомобилях в климатических и дорожных условиях РФ / В. В. Петин, А. В. Келлер // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: материалы 106-й Международной научно-технической конференции, Иркутск, 23–26 апреля 2019 года. – Иркутск: Иркутский национальный

исследовательский технический университет, 2019. – С. 345-350. – EDN WDZQXG.

5. Петин, В. В. Моделирование работы алгоритма системы автоматического экстренного торможения с прогнозированием коэффициента сцепления шин с дорогой / В. В. Петин, А. В. Келлер // Технологии и компоненты наземных интеллектуальных транспортных систем., Москва, 16–18 октября 2019 года. – Москва: НАМИ, 2019. – С. 467-477. – EDN NXTQAR.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов. Все отзывы положительные:

1. Общество с ограниченной ответственностью «ЭвоКарго» (ООО «ЭвоКарго»), доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Шухман Сергей Борисович.

Отзыв содержит три замечания, два из которых уточняющего характера и одно критическое замечание:

- отсутствует описание применения корректирующего коэффициента тормозного пути по скорости движения.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ТГУ»), кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Соломатин Николай Сергеевич.

Отзыв содержит одно замечание уточняющего характера.

3. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт проблем транспорта им Н.С. Соломенко Российской академии наук» (ИПТ РАН) доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем Шакиб Субхиевич Фахми.

Отзыв содержит четыре замечания, из которых два замечания уточняющего характера и два критических замечания:

- в рекомендации построения математической модели (стр.18) указано, что «работа тормозного привода должна включать в себя

характеристику тормозного механизма, установленного на исследуемом ТС. В зависимости от функционала активной безопасности установленной тормозной системы должна учитываться специфика отработки включения тормозного привода», при этом в автореферате нигде больше не упоминается и не раскрывается данный функционал;

- в тексте автореферата написано: «Итогом проведения испытаний на соответствие прогнозируемого времени достижения установившегося замедления действительному была доказана верность предложенной зависимости $t_n = f(\varphi)$ » - при этом, не совсем понятно, как выглядит формула зависимости и каким образом была рассчитана указанная зависимость. А также функции $b = f(\varphi)$, $f(K_3)$, на стр. 10.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова»), доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Наземные транспортно-технологические системы» Коростелев Сергей Анатольевич.

Отзыв содержит одно замечание уточняющего характера.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО «ЮУрГУ»), доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Колесные и гусеничные машины» Гаврилов Константин Владимирович.

Отзыв содержит четыре замечания, из которых одно носит редакционный характер, одно уточняющего характера и два критических:

- не представлены условия, при которых в данной работе задавался момент срабатывания системы автоматического экстренного торможения, в частности, предельное расстояние до объекта, скорость движения автомобиля до момента срабатывания;

- в связи с этим не ясно, почему результаты экспериментов по проверке коэффициента сцепления представлены для скорости автомобиля 70 км/ч, а по определению тормозного пути для скорости автомобиля 25 км/ч.

6. Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной работе Шмелев Алексей Васильевич.

Отзыв содержит три замечания, из них два замечания редакционного характера и одно критическое:

- в главе 3 проводится согласование теоретических расчетов и экспериментальных данных по значениям $t_{пр}$ в зависимости от типа тормозной системы. Насколько обоснованным и достаточным является использование данных только трех тестовых торможений?

7. Филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» (филиал ФГКВО ВО «ВА МТО»), кандидат технических наук, доцент кафедры эвакуации и вождения военных гусеничных и колесных машин, майор Ушнурцев Станислав Владимирович.

Отзыв содержит два замечания уточняющего характера.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВолГТУ»), доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» Балакина Екатерина Викторовна.

Отзыв содержит три замечания, одно из которых уточняющего характера и два критических замечания:

- автору удалось (вывод 2) прогнозировать значения тормозного пути автомобиля на дорожных покрытиях с различными значениями коэффициентов сцепления с погрешностью не более 10%. При этом существуют модели с такой точностью.

- некорректно принимать постоянное значение коэффициента сцепления для заданной скорости автомобиля, т.к. он существенно зависит от продольного скольжения в контакте.

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова»), доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование» Филькин Николай Михайлович.

Отзыв содержит четыре замечания критического характера:

- непонятно каким образом с помощью нечеткой логики учитывался текущий режим работы стеклоочистителя и информация о распознавании линий разметки фронтальной камерой при определении текущего состояния опорной поверхности и значения коэффициента φ . Никакой зависимости между показателями состояния опорной поверхности и указанными факторами нет (стр. 7 автореферата).

- для уточнения расчета необходимой дистанции для безопасного торможения в работе было предложено использование корректирующих коэффициентов K_n и K_{cp} . Автор указывает, что они рассчитываются по формулам (6), (7). Но это не формулы, а формальные записи о том, что K_n и K_{cp} зависят от φ . Каким образом определялись эти коэффициенты?

- формула (3) является сильно опрощенной, не учитывающей коэффициент сопротивления качению колес, сопротивление воздуха, потери в трансмиссии и др. Более того, эта формула для торможения на горизонтальном участке дороги.

- технико-экономическая оценка выполнена неверно, т.к. рассматривается один автомобиль попавший в ДТП. При этом автор правильно указывает на стр.19 автореферата, что «Показатель экономической выгоды рассчитывается как отношение экономического ущерба за год к затратам на реализацию установки системы автоматического экстренного

торможения, умноженном на количество проданных новых автомобилей». Какой экономический эффект в этом случае? Во сколько раз он меньше расчетного?

10. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (ФГБОУ ВО «СибАДИ»), кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт» Князев Игорь Михайлович.

Отзыв содержит два замечания, одно уточняющего характера и одно критическое:

- в автореферате не указано, как выбиралось время реакции водителя при расчете момента подачи предупреждения об опасности столкновения.

11. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КГУ»), доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой гусеничных машин, Заслуженный машиностроитель РФ Держанский Виктор Борисович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом механики транспортных машин Тараторкин Игорь Александрович.

Отзыв содержит три замечания, из которых два замечания уточняющего характера и одно критическое замечание:

- в автореферате отсутствует обоснованность оценки эффективности предложенного метода прогнозирования коэффициента сцепления с опорным основанием по сравнению с известными известными.

12. Федеральное государственное автономное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «Московский политех»), кандидат технических наук, начальник НИО Асаев Александр Семенович, доктор технических наук, профессор, директор филиала Мурог Игорь Александрович.

Отзыв содержит два замечания критического характера:

- теоретическое исследование модели поведения автомобиля-лидера проводилось с применением программного комплекса Fuzzy toolbox, вместе с тем применение программных комплексов накладывает дополнительные ограничения и снижение достоверности теоретической модели (определенное руководством по эксплуатации программного комплекса), которые не были учтены при моделировании.

- экспериментальное исследование проводилось на 3 типах однородных покрытий (сухой асфальт, мокрый асфальт, укатанный снег), вместе с тем в реальных дорожных условиях значительная часть дорожных происшествий происходит при движении автомобиля по разнородному покрытию (асфальт-снег, асфальт-вода, асфальт-гравий).

Выбор официальных оппонентов, доктора технических наук, доцента Дыгало В.Г. и кандидата технических наук, доцента Тумасова А.В. обосновывается высокой компетенцией ученых и имеющимися у них публикациями в области исследований тормозных систем автомобиля, систем активной безопасности автомобиля и систем интеллектуальной помощи при вождении.

Выбор ведущей организации обосновывается широко известными достижениями и исследованиями ФГБОУ ВО «МАДИ» в области автомобилестроения и эксплуатации автотранспорта.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации соответствует требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

усовершенствована математическая модель функционирования системы автоматического экстренного торможения, учитывающая сценарии поведения автомобиля-лидера, функционирование сенсорно-аппаратной

части, конфигурацию систем активной безопасности автомобиля, позволяющая на стадии проектирования синтезировать рациональную конфигурацию системы автоматического экстренного торможения и алгоритм ее функционирования;

разработана математическая модель имитации различных дорожных сценариев, основанная на собранной статистике поведения водителей на дорогах общего пользования. На основе статистического исследования были установлены диапазоны замедлений автомобиля-лидера в различных режимах движения, которые были применены к калибровкам системы автоматического экстренного торможения в виртуальной среде для максимального приближения имитационного моделирования к действительному;

обоснована предложенная зависимость для определения остановочного пути автомобиля, отличающаяся от известных наличием поправочных коэффициентов на время срабатывания тормозного привода, время на достижение установившегося замедления, позволяющая прогнозировать точность тормозного пути автомобиля на дорожных покрытиях с различными значениями коэффициентов сцепления с погрешностью не более 10 %;

разработана методика построения математической модели системы автоматического экстренного торможения для различных конфигураций систем активной безопасности. Получены практические рекомендации, а также конструктивные рекомендации по повышению эффективности функционирования системы;

создана методика построения математической модели системы автоматического экстренного торможения для различных конфигураций систем активной безопасности, а также практические и конструктивные рекомендации по повышению эффективности функционирования системы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

решена научная задача повышения активной безопасности автомобилей путем синтеза адаптивного алгоритма функционирования системы

автоматического экстренного торможения и разработки средств его реализации;

разработаны методы и рекомендации для построения систем автоматического экстренного торможения, способных показывать высокую эффективность работы в регионах со сложными дорожно-климатическими условиями.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается:

применением результатов диссертационного исследования в разработках интеллектуальных систем помощи водителю и систем автоматического экстренного торможения в ФГУП «НАМИ»;

внедрением результатов работ в научную деятельность кафедры «Наземные транспортные средства» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»;

проведением экспериментальных исследований системы автоматического экстренного торможения с разработанным алгоритмом на испытательных дорогах Центра испытаний ФГУП «НАМИ», а также при экспериментальных исследованиях функционирования системы в сложных дорожно-климатических условиях крайнего севера.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

результаты экспериментальных исследований получены по современным методикам сбора и обработки информации, показана воспроизводимость результатов работы полученного алгоритма в различных дорожно-климатических условиях. Экспериментальные исследования проводились на испытательных дорогах Центра испытаний ФГУП «НАМИ» и на дорогах общего пользования при движении по маршруту г. Ноябрьск – г. Москва;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике другими авторами;

установлено качественное и количественное совпадение полученных автором результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными, представленными в независимых источниках, что подтверждает корректность разработанных методик испытаний, расчётных методик и алгоритмов.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

1. Разработана уточненная математическая модель функционирования системы автоматического экстренного торможения, отличающейся от известных использованием параметров функционирования «датчиковой» аппаратуры, сценариев поведения автомобиля-лидера, учетом конфигурации систем активной безопасности автомобиля;

2. Разработана математическая модель имитации различных дорожных сценариев на основе собранной статистики поведения водителей на дорогах общего пользования;

3. Усовершенствован алгоритм прогнозирования коэффициента сцепления с дорожным полотном, построенного на нечеткой логике;

4. В синтезе адаптивного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения и разработки средств его реализации.

Основные результаты, приведенные в диссертации, получены лично автором или при непосредственном его участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Каким образом определяются используемые в работе корректирующие коэффициенты? В чем физический смысл коэффициентов?

2. В чём адаптивность разработанного алгоритма и как он реализуется?

3. Предложено провести три испытания: на асфальтобетонном покрытии, на влажном асфальтобетонном покрытии и на укатанном снеге. Почему выбран именно укатанный снег? Почему, например, не рассмотрено базальтовое покрытие?

Соискатель Петин В.В. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привёл обоснованную аргументацию:

1. Физический смысл этих коэффициентов связан с конструкцией тормозной системы, а один из них связан с прогнозируемым коэффициентом сцепления. Методики, которые предлагались в диссертационной работе говорят о том, что на стадии проектирования транспортного средства необходимо закладывать такие системы активной безопасности, которые в дальнейшем позволят максимально реализовать возможный тормозной момент в процессе функционирования системы автоматического экстренного торможения, и исходя из предустановленных систем активной безопасности необходимо вводить корректирующие коэффициенты.

2. Адаптивность алгоритма заключается в том, чтобы собрать различные этапы функционирования тормозного привода в процессе автоматического экстренного торможения воедино, и на основе этого скорректировать тормозной путь. Адаптивность заключается в том, что в алгоритме присутствует динамическое прогнозирование коэффициента сцепления колеса с дорожным полотном в процессе движения от меняющихся внешних факторов.

3. Испытания на базальтовом покрытии, конечно, можно провести, с синтетически смоделированными входными параметрами дороги с укатанным снежным покрытием. Но это уже будет не так достоверно, нежели движение с готовой системой с действительными входными параметрами для работы алгоритма, и остановка перед препятствием непосредственно в тех внешних условиях, в которых она должна работать.

На заседании 07.09.2022 г. диссертационный совет принял заключение, за решение научной задачи, связанной с повышением активной безопасности автомобиля на основе синтеза адаптивного алгоритма функционирования системы автоматического экстренного торможения, имеющей существенное значение для развития автомобильной отрасли страны, присудить Петину Виктору Викторовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по рассматриваемой специальности, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор,
лауреат Государственной премии РФ,
лауреат премии Правительства РФ,
заслуженный машиностроитель РФ



Ольгерт Иванович Гируцкий

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Ринат Ханяфиевич Курмаев

07.09.2022